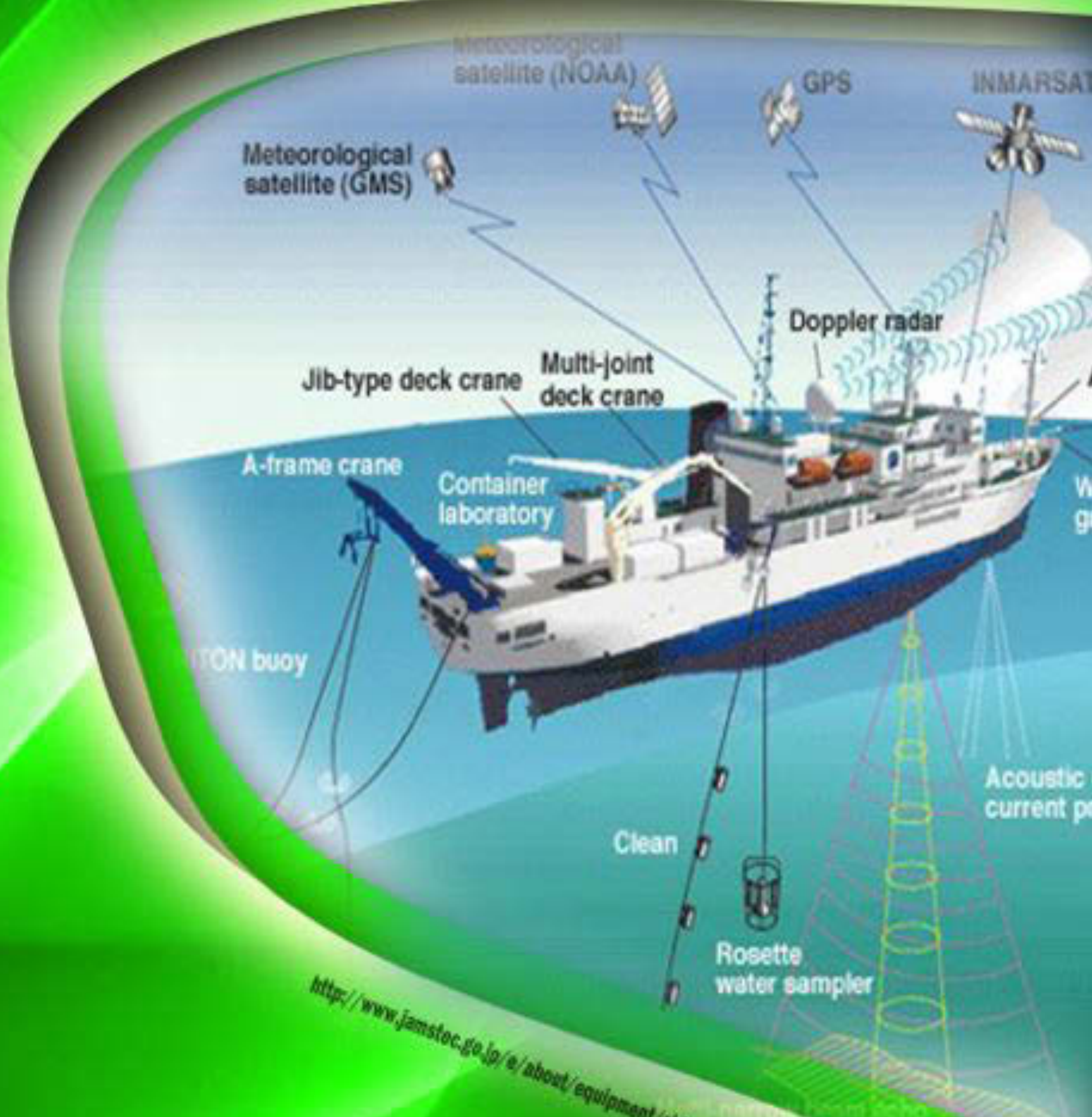
Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan
Republik Indonesia
2013

KONSEP DASAR KAPAL



SMK kelas X

Semester 1



Penulis : **SUMARYANTO**
Editor Materi : **JOKO SANTOSO**
Editor Bahasa :
Ilustrasi Sampul :
Desain & Ilustrasi Buku : **PPPPTK BOE MALANG**

Hak Cipta © 2013, Kementerian Pendidikan & Kebudayaan

MILIK NEGARA
TIDAK DIPERDAGANGKAN

Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

Dilarang memperbanyak (mereproduksi), mendistribusikan, atau memindahkan sebagian atau seluruh isi buku teks dalam bentuk apapun atau dengan cara apapun, termasuk fotokopi, rekaman, atau melalui metode (media) elektronik atau mekanis lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit, kecuali dalam kasus lain, seperti diwujudkan dalam kutipan singkat atau tinjauan penulisan ilmiah dan penggunaan non-komersial tertentu lainnya diizinkan oleh perundangan hak cipta. Penggunaan untuk komersial harus mendapat izin tertulis dari Penerbit.

Hak publikasi dan penerbitan dari seluruh isi buku teks dipegang oleh Kementerian Pendidikan & Kebudayaan.

Untuk permohonan izin dapat ditujukan kepada Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, melalui alamat berikut ini:

Pusat Pengembangan & Pemberdayaan Pendidik & Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif & Elektronika:

Jl. Teluk Mandar, Arjosari Tromol Pos 5, Malang 65102, Telp. (0341) 491239, (0341) 495849, Fax. (0341) 491342, Surel: vedcmalang@vedcmalang.or.id, Laman: www.vedcmalang.com



DISKLAIMER (*DISCLAIMER*)

Penerbit tidak menjamin kebenaran dan keakuratan isi/informasi yang tertulis di dalam buku tek ini. Kebenaran dan keakuratan isi/informasi merupakan tanggung jawab dan wewenang dari penulis.

Penerbit tidak bertanggung jawab dan tidak melayani terhadap semua komentar apapun yang ada didalam buku teks ini. Setiap komentar yang tercantum untuk tujuan perbaikan isi adalah tanggung jawab dari masing-masing penulis.

Setiap kutipan yang ada di dalam buku teks akan dicantumkan sumbernya dan penerbit tidak bertanggung jawab terhadap isi dari kutipan tersebut. Kebenaran keakuratan isi kutipan tetap menjadi tanggung jawab dan hak diberikan pada penulis dan pemilik asli. Penulis bertanggung jawab penuh terhadap setiap perawatan (perbaikan) dalam menyusun informasi dan bahan dalam buku teks ini.

Penerbit tidak bertanggung jawab atas kerugian, kerusakan atau ketidaknyamanan yang disebabkan sebagai akibat dari ketidakjelasan, ketidaktepatan atau kesalahan didalam menyusun makna kalimat didalam buku teks ini.

Kewenangan Penerbit hanya sebatas memindahkan atau menerbitkan mempublikasi, mencetak, memegang dan memproses data sesuai dengan undang-undang yang berkaitan dengan perlindungan data.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)
Rekayasa Teknologi Perkapalan Edisi Pertama 2013
Kementerian Pendidikan & Kebudayaan
Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik & Tenaga Kependidikan, th. 2013: Jakarta



KATA PENGANTAR

Penerapan kurikulum 2013 mengacu pada paradigma belajar kurikulum abad 21 menyebabkan terjadinya perubahan, yakni dari pengajaran (*teaching*) menjadi pembelajaran (*learning*), dari pembelajaran yang berpusat kepada guru (*teachers-centered*) menjadi pembelajaran yang berpusat kepada peserta didik (*student-centered*), dari pembelajaran pasif (*pasive learning*) ke cara belajar peserta didik aktif (*active learning-CBSA*) atau *Student Active Learning-SAL*.

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas tersusunnya buku teks ini, dengan harapan dapat digunakan sebagai buku teks untuk siswa Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) Bidang Studi Keahlian Teknologi Dan Rekayasa, Teknik Perkapalan.

Buku teks ″Konsep Dasar Kapal″ ini disusun berdasarkan tuntutan paradigma pengajaran dan pembelajaran kurikulum 2013 diselaraskan berdasarkan pendekatan model pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan belajar kurikulum abad 21, yaitu pendekatan model pembelajaran berbasis peningkatan keterampilan proses sains.

Penyajian buku teks untuk Mata Pelajaran ″Konsep Dasar Kapal″ ini disusun dengan tujuan agar supaya peserta didik dapat melakukan proses pencarian pengetahuan berkenaan dengan materi pelajaran melalui berbagai aktivitas proses sains sebagaimana dilakukan oleh para ilmuwan dalam melakukan penyelidikan ilmiah (penerapan saintifik), dengan demikian peserta didik diarahkan untuk menemukan sendiri berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru secara mandiri.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, dan Direktorat Jenderal Peningkatan Mutu Pendidik dan Tenaga Kependidikan menyampaikan terima kasih, sekaligus saran kritik demi kesempurnaan buku teks ini dan penghargaan kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu terselesaikannya buku teks Siswa untuk Mata Pelajaran Konsep Dasar Kapal kelas X/Semester 1 Sekolah Menengah Kejuruan (SMK).

Jakarta, 12 Desember 2013
Menteri Pendidikan dan Kebudayaan

Prof. Dr. Mohammad Nuh, DEA

Diunduh dari BSE.Mahoni.com



DAFTAR ISI

HALAMAN





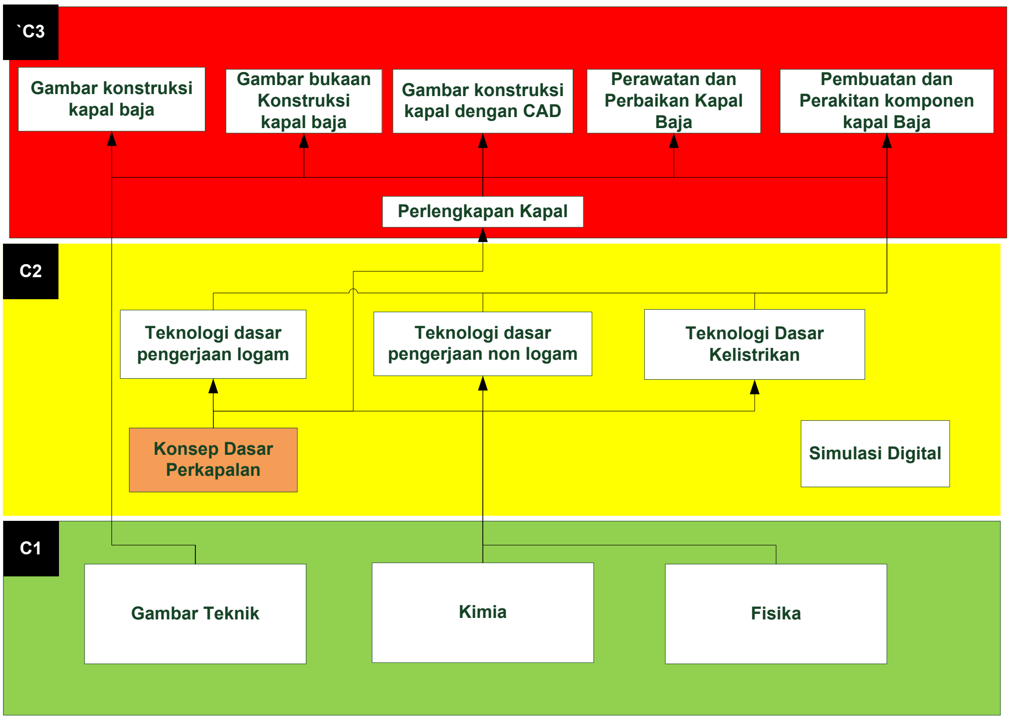






Peta Kedudukan Bahan Ajar

Konsep dasar kapal terhadap mata pelajaran yang lain



Kesatuan mater





Bab 1

PENDAHULUAN

1.1 Deskripsi

Kapal, adalah *kendaraan pengangkut penumpang dan barang di laut (sungai dsb)*[1] seperti halnya sampan atau perahu yang lebih kecil. Kapal biasanya cukup besar untuk membawa perahu kecil seperti sekoci. Sedangkan dalam istilah inggris, dipisahkan antara *ship* yang lebih besar dan *boat* yang lebih kecil. Secara kebiasaannya kapal dapat membawa perahu tetapi perahu tidak dapat membawa kapal. Ukuran sebenarnya dimana sebuah perahu disebut kapal selalu ditetapkan oleh undang-undang dan peraturan atau kebiasaan setempat.

Berabad-abad kapal digunakan oleh manusia untuk mengarungi sungai atau lautan yang diawali oleh penemuan perahu. Biasanya manusia pada masa lampau menggunakan kano, rakit ataupun perahu, semakin besar kebutuhan akan daya muat maka dibuatlah perahu atau rakit yang berukuran lebih besar yang dinamakan kapal. Bahan-bahan yang digunakan untuk pembuatan kapal pada masa lampau menggunakan kayu, bambu ataupun batang-batang papirus seperti yang digunakan bangsa mesir kuno kemudian digunakan bahan bahan logam seperti besi/baja karena kebutuhan manusia akan kapal yang kuat. Untuk penggeraknya manusia pada awalnya menggunakan dayung kemudian angin dengan bantuan layar, mesin uap setelah muncul revolusi Industri dan mesin diesel serta Nuklir. Beberapa penelitian memunculkan kapal bermesin yang berjalan mengambang di atas air seperti Hovercraft dan Eakroplane. Serta kapal yang digunakan di dasar lautan yakni kapal selam.
Berabad abad kapal digunakan untuk mengangkut penumpang dan barang sampai akhirnya pada awal abad ke-20 ditemukan pesawat terbang yang mampu mengangkut barang dan penumpang dalam waktu singkat maka kapal pun mendapat saingan berat. Namun untuk kapal masih memiliki keunggulan yakni mampu mengangkut barang dengan tonase yang lebih besar sehingga lebih banyak didominasi kapal niaga dan tanker sedangkan kapal penumpang banyak dialihkan menjadi kapal pesiar

Sebagai salah satu alternative untuk melintasi perairan maka perlu pemahaman awal tentang konsep dasar kapal. Dalam buku ini membahasa tentang Memahami jenis-jenis kapal,Memahami ukuran utama kapal,Memahami volume dan berat ka-



pal,Memahami gambar rencana garis dan koefisien bentuk kapal, Memahami metasentra dan titik dalam bangunan kapal.

1.2. Prasyarat

Materi konsep dasar kapal memberikan bekal awal dalam memahami kompetensi teknik perkapalan. Materi ini disampaikan pada kelas X semester 1.

1.3. Petunjuk Penggunaan

Buku ini dibuat dengan memberikan penjelasan tentang pengetahuan konsep dasar kapal. Untuk memungkinkan siswa belajar sendiri secara tuntas , maka perlu diketahui bahwa isi buku ini pada setiap kegiatan belajar umumnya terdiri atas. Uraian materi, rangkuman, Lembar kerja, dan Pengayaan, sehingga diharapkan siswa dapat belajar mandiri (*individual learning*) dan *mastery learning* (belajar tuntas) dapat tercapai.

1.4. Tujuan Akhir

Tujuan akhir yang hendak dicapai adalah agar siswa mampu:

- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan tentang jenis-jenis kapal
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan tentang ukuran utama kapal
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan tentang volume dan berat kapal
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan tentang gambar rencana garis dan koefisien bentuk kapal
- Memahami dan menyajikan data hasil analisis berdasarkan pengamatan tentang Metasentra dan Titik dalam Bangunan Kapal



1.5. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

- Memahami jenis-jenis kapal
- Memahami ukuran utama kapal
- Memahami volume dan berat kapal
- Memahami gambar rencana garis dan koefisien bentuk kapal
- Memahami metasentra dan titik dalam bangunan kapal

1.6. Cek Kemampuan Awal

1. Sebutkan jenis-jenis kapal menurut bahan pembuatannya!
2. Sebutkan jenis-jenis kapal menurut fungsinya!
3. Apa yang dimaksud dengan *Extrime Breath*?
4. Apa yang dimaksud dengan *After Perpendicular?*
5. Jelaskan sistem konstruksi melintan!
6. Jelaskan sistem konstruksi memanjang!
7. Apa yang dimaksud dengan*Paralel Midle Body?*
8. Apa yang dimaksud *Longitudinal Prismatic Coeficient?*



Bab 2

JENIS-JENIS KAPAL

2.1. Kegiatan Pembelajaran : Kapal menurut fungsinya

Amatilah gambar berikut ini kemudian diskusikan klasifikasi menurut fungsinya!

Nama	Gambar	Klasifikasi Kapal
....	 https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcT0TZcej39nKI8JRYsHhDQenJZPvVjviJv1LwrXlP5M3FFu8EbC7Q	....
....	 https://encrypted-tbn2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcR3IKHh3p4U80HAgqm4LP_v3h_kClKeOh07eyXxmLbbNoihFL1o	....
....	 http://panduanwisata.com/files/2013/07/60-6.jpg	....

2.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang kapal menurut fungsinya

2.1.2. Uraian Materi

Pengelompokan tipe kapal menurut fungsinya dapat dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu*:*

1. Kapal niaga dan komersil;
2. Kapal perang;
3. Kapal khusus.

Kapal Niaga dan Komersil

Yang termasuk sebagai kapal niaga dan komersil antara lain adalah kapal angkut, kapal penumpang, kapal ikan dan kapal tunda. Kapal angkut bisa berupa kapal cargo, kapal container, maupun semi container (perpaduan antara kapal cargo dan container), kapal feri dan juga kapal tangker.

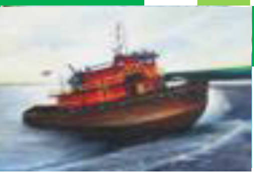
Kapal tunda adalah kapal kecil yang beroperasi di pelabuhan guna membantu maneuver kapalkapal besar yang akan bersandar maupun berlabuh di pelabuhan, meskipun kecil kapal tunda memiliki daya dorong yang besar agar mampu mengarahkan kapal-kapal yang akan bersandar.



http://lupoli.com/Scapes/TugBoat-w.jpg

Gambar 2.1 *Tug Boat*yang berfungsi ganda, selain untuk menarik kapal untuk sandar kapal ini juga bisa dimanfaatkan untuk kapal pemadam kebakaran.

Kapal Niaga dan komersil dibuat untuk mendapatkan keuntungan ekonomi terbaik. Hal ini termasuk dalam menghitung biaya operasional kapal dan perawatan kapal serta nilai jual kembali apabila pemilik kapal tidak menginginkannya lagi.



Untuk kapal tangker, cargo dan kapal ikan kenyamanan tidak menjadi pertimbangan. Berbeda halnya dengan kapal penumpang, kenyamanan dan kemewahan kadang diperlukan demi memuaskan para penumpang. Lain dari itu kapal penumpang harus memiliki kemampuan bertahan hidup pada situasi darurat.



http://static.republika.co.id/uploads/images/detailnews/ekspor-minyak-iran-_120129060908-425.jpg

Gambar 2.2 Kapal tangker yang mengangkut minyak mentah.

Kecepatan kapal niaga umumnya realatif rendah biasanya berkisar antara 7 hingga 15 knot. Sebab kecepatan rendah lebih murah dibandingkan kapal dengan kecepatan tinggi. Lambung kapal juga umumnya gemuk (besar) dan memiliki *parallel midle body* yang cukup panjang guna memuat muatan yang maksimal, kapal-kapal ini termasuk kategori kapal displacement (*hydrostaticsupport).* Hanya kapal ikan yang agak kurus karena memerlukan maneuver yang lebih baik dibanding kapal niaga lainnya, beberapa kapal nelayan menggunakan lambung bentuk V.

Kapal angkut umumnya memakai baling-baling yang diputar oleh motor diesel ukuran besar sebagai penggerak kapal, meski ada juga kapal cargo yang menggunakan layar sebagai tenaga penggerak. Pemilik kapal kadang menggunakan tenaga penggerak kombinasi antara layar dan motor diesel. Ketika angin tidak bertiup cukup kencang motor digunakan untuk menggerakkan kapal. Jenis ini disebut Kapal Layar Motor (KLM) dan memiliki nilai ekonomis yang sangat tinggi.

Kapal feri ada yang dirancang memiliki dua pintu yaitu pintu depan dan pintu belakang untuk memudahkan bongkar muat kendaraan roda empat yang diangkut. Ini juga bertujuan memudahkan kapal tersebut agar tidak perlu bermanuver. Dari satu pelabuhan ia sandar menggunakan pintu belakang untuk mengangkut kendaraan dan ketika sampai di pelabuhan tujuan kapal ini menggunakan pintu depan untuk sandar, ini memudahkan keluar masuk kendaraan dan kapal tidak perlu bermanuver untuk sandar. Feri jenis ini disebut Ro - Ro yang merupakan singkatan dari roll 0n off.



http://marineinsight.com/wp-content/uploads/2011/01/car-ferry.jpg

Gambar 2.3 Kapal ferry

Kapal Perang

Kapal perang diklasifikasi menjadi beberapa tipe antara lain kapal tempur, patroli, kapal pendukung. Ada juga kapal perang yang dibuat secara khusus seperti kapal induk yang mengangkut pesawat dalam jumlah besar, helicopter, tank dan peralatan tempur lainnya. Kapal lain yang dirancang secara khusus antara lain kapal peluncur peluru kendali, kapal penghancur dan kapal selam.

Kapal perang adalah kapal paling modern dalam hal teknologi, di sini segi ekonomis menjadi pertimbangan kedua. Kapal perang khususnya kapal patroli dan kapal penghancur mengutamakan kecepatan dan maneuver yang baik. Untuk itu lambung kapal perang jenis ini berbentuk planning hull untuk mendukung kebutuhan operasionalnya.

Hal yang penting diperhatikan dalam mendesign kapal perang antara lain*:*

1. Lambung berbentuk ramping untuk memungkinkan berlari cepat.
2. Mesin pendorong, mempunyai power yang besar.
3. Sistem kelistrikan lengkap, otomatis maupun manual.
4. Komando (kemampuan menerima perintah atasan dan memberi perintah ke bawahan).
5. Peralatan pengintai, sesuai dengan fungsinya.
6. Persenjataan, sesuai dengan fungsinya; patroli, atau untuk bertempur.

Kebutuhan dan keterkaitan antara ketujuh system perlu menjadi perhatian yang mendalam dan didefinisikan secara baik. Dan system cadangan dari ketujuh item tersebut juga harus disediakan. Komponenkompenen untuk keperluan darurat perlu disiapkan. Pertimbangan utama dari kapal perang ada pada berat, stabilitas, kecepatan, tenaga dan ketahanan, ruang, daya angkut, rencana umum (pengaturan ruang dan peralatan), kamar-kamar personel dan gerak kapal. Seluruh pertimbangan ini sudah didefinisikan sebelum design awal kapal dibuat.

Kecepatan menjadi penting karena kapal perang harus mampu bersaing dalam pengejaran maupun melepaskan diri dari musuh. Sedangkan maneuver diperlukan dalam hal kontak senjata. Untuk itu sistem penggerak kapal harus memenuhi kebutuhan ini. Baling-2 super kavitasi biasanya dipakai untuk kapal cepat dengan jarak pelayaran yang cukup jauh, sementara sistem penggerakwater jet dipakai untuk kapal penjaga pantai dan patroli.



http://4.bp.blogspot.com/_4Ulhsnr0_Co/TFEdj81xUVI/AAAAAAAAQSc/Pesq9oQ6Y10/s1600/Choi+Young+%2B+Cheonji_Reuters1.jpg

Gambar 2.4 Kapal perang jenis *destroyers*

Kapal-kapal Khusus

Kapal yang mempunyai tugas khusus, artinya bukan untuk pengangkutan, disebut juga sesuai dengan tugas pekerjaan yang dilaksanakan.

1) Kapal Keruk *(dredger).*

Fungsinya adalah memperdalam kolam pelabuhan, alur pelayaran, sungai dan lain-lainnya dan juga menyediakan tanah untuk reklamasi rawa-rawa (untuk perluasan daerah menjadi daratan). Pemakaian type-type keruk tergantung dari jenis tanah galian.



http://www.sandandgravel.com/pictures/sandandgravel/articles/2/dartagnan_ai.jpg

Gambar 2.5 Kapal keruk

Type-type kapal keruk:

- *Plain Suction Dredger:*

  Pengerukan dengan cara menghisap dengan pipa isap.

  Jenis yang modern mempunyai water jet disekeliling ujung pipa yang gunanya untuk menghancurkan material yang keras dengan menyemprotkan air dengan tekanan tinggi.



http://www.dredgesource.com/doc/docimages/image003.jpg

Gambar 2.6 *Plain Suction Dredger*



- Cutter Suction Dredger :

  Pada prinsipnya sama dengan jenis di atas hanya dilengkapi dngan cutter (alat penghancur) di ujung pipa isap sehingga dapat mengeruk tanah galian yang agak keras.



http://image.made-in-china.com/4f0j00sCqTFrcIbUzv/Dredger-Cutter -Suction-Dredger.jpg

Gambar 2.7 Cutter Suction Dredger

- Grab Dredger :

  Sangat baik digunakan untuk beroperasi di sekitar Graving dock, dermaga dan bagian-bagian sudut dari kade, karena alat ini merapat sampai ke tepi. Daya penggaliannya tergantung dari berat grab bucket, tetapi hasil kerusakannya tidak rata sehingga sukar untuk menentukan dalamnya penggalian.



http://www.maritimeequipment.com/Common/ ShowAttachment.aspx?MaxWidth=400&id=2686

Gambar 2.8 Grab Dredger



- Bucket Dedger :

  Pengerukan tanah galian dengan menggunakan timba. Sangat sesuai pada segala jenis galian baik tanah padat maupun batubatuan, tetapi bukan tanah padas yang keras.



http://i01.i.aliimg.com/photo/v0/491865359/High_Efficiency_Bucket_Dredger.jpg

Gambar 2.9 Bucket Dedger

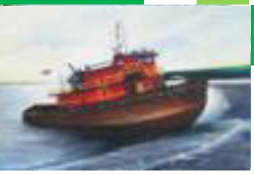
- Dipper Dredger :

  Dipergunakan untuk pekerjaan penggalian yang sukar dan ada rintangan, dimana jenis kapal keruk yang lain tidak mampu mengerjakannya.Sesuai dengan pekerjaan jenis tanah yang keras dengan ukuran yang besar.



http://www.tms-engineering.nl/documents/dredging-shipbuilding/dredging-equipment/images/dipper-dredger-3.jpg

Gambar 2.10 Dipper Dredger



2) Kapal Penangkap Ikan

Kapal yang fungsinya untuk menangkap ikan apabila ditinjau dari penangkapannya dapat dibedakan atas 3 macam yaitu :

1. Kapal yang dilengkapi dengan alat tembak terutama khusus untuk kapal penangkap ikan paus.
2. Kapal yang dilengkapi dengan alat jaring
3. Kapal yang dilengkapi dengan alat kail.



https://encrypted-tbn1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcS7xKymawa5orlCAwh_fTKyy4Wyb1oKF03hit5RUJQzYGYH1IRyCA

Gambar 2.11 Kapal ikan

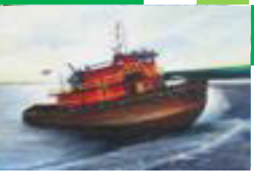
Kapal-kapal ikan dimana operasi penangkapannya agak jauh dari pangkalannya, yang berhari-hari memerlukan waktu dalam operasinya biasanya dilengkapi dengan kotak ikan yang didinginkan, sehingga ikanikan hasil tangkapan tidak cepat menjadi busuk. Bahkan untuk kapalkapal ikan yang modern dilengkapi dengan pabrik ikan dalam kaleng.

3) Kapal Pemadam Kebakaran

Kapal yang fungsinya membantu memadakan kebakaran pada kapal lain atau kebakaran pada dermaga pelabuhan. Operasinya biasanya dilakukan sekitar pelabuhan.



http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRwv1brZpcpXMOaBF5mOv9TsAcBRNF1Bozwc6WqUoMqtVeUV0_UGw
Gambar 2.12 Kapal pemadam kebakaran

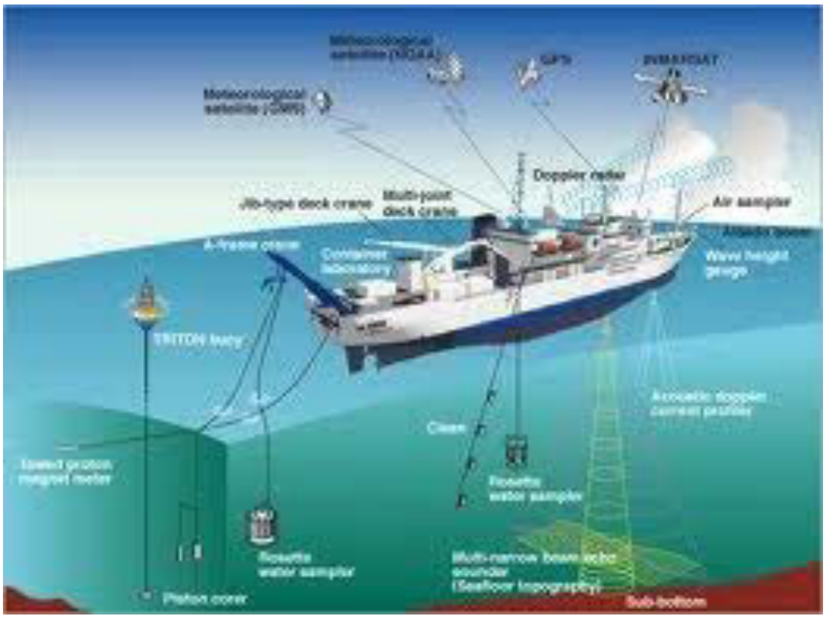


4) Kapal Peneliti

Kapal yang fungsinya mengadakan penelitian di lautan, kapal tersebut dilengkapi dengan peralatan-peralatan penelitian.

Kapal observasi/penelitian dan kapal penyelamat (SAR- *Search And Rescue)* dikelompokkan sebagai kapal khusus karena dirancang untuk keperluan tertentu. Kapal observasi bawah laut misalnya dirancang khusus untuk keperlua tersebut sehingga harus membawa peralatan-peralatan eletronik untuk keperluan penelitian.

Kapal ini harus dirancang dengan kebisingan dan getaran yang rendah. Lambung kapal juga didesign khusus agar para peneliti dapat turun ke laut dengan mudah, beberapa kapal observasi lambung kapalnya terbuat dari kaca untuk memudahkan pengamatan biota laut.



http://www.jamstec.go.jp/e/about/equipment/ships/img/mirai_img_03.gif

Gambar 2.13 Kapal Peneliti

Sedangkan kapal SAR dirancang untuk mencari dan menyelematkan, dilengkapi dengan perlengkapan medis dan harus bisa bergerak cepat serta mampu beroperasi pada kondisi laut yang buruk sekalipun. Di sini stabilitas kapal menjadi pertimbangan utama untuk mengatasi gelombang yang buruk sekalipun.



http://sarn.firetrench.com/wp-content/uploads/2012/06/rescue_paf.jpg

Gambar 2.14 Kapal SAR

5) Kapal Rumah Sakit

Dilengkapi dengan peralatan kedokteran.



http://globalbalita.com/wp-content/uploads/2013/11/Hospital-ship-USNS-Mercy.jpg

Gambar 2.15 Kapal Rumah Sakit



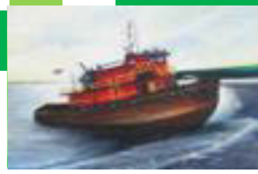
2.1.3. Rangkuman

Pengelompokan tipe kapal menurut fungsinya dapat dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu*:*

- **Kapal niaga dan komersil;** antara lain adalah kapal angkut, kapal penumpang, kapal ikan dan kapal tunda. Kapal angkut bisa berupa kapal cargo, kapal container, maupun semi container (perpaduan antara kapal cargo dan container), kapal feri dan juga kapaltangker.
- **Kapal perang;** Kapal perang diklasifikasi menjadi beberapa tipe antara lain kapal tempur, patroli, kapal pendukung. Ada juga kapal perang yang dibuat secara khusus seperti kapal induk yang mengangkut pesawat dalam jumlah besar, helicopter, tank dan peralatan tempur lainnya. Kapal lain yang dirancang secara khusus antara lain kapal peluncur peluru kendali, kapal penghancur dan kapal selam.
- **Kapal-kapal Khusus ;** Kapal yang mempunyai tugas khusus, artinya bukan untuk pengangkutan, disebut juga sesuai dengan tugas pekerjaan yang dilaksanakan. Berikut ini adalah jenis jenis kapal khusus
  - ❖ Kapal Keruk *(dredger).*
  - ❖ Kapal Penangkap Ikan
  - ❖ Kapal Pemadam Kebakaran
  - ❖ Kapal Peneliti
  - ❖ Kapal Rumah Sakit

2.1.4. Tugas

Buatlah rangkuman tentang kapal menurut fungsinya!



2.1.5. Tes Formatif

1. Sebutkan 5 jenis kapal-kapal khusus?

2. Berikut ini adalah gambar



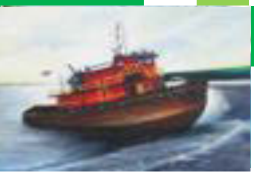
3. Sebutkan 3 macam kapal penangkap ikan ditinjau dari penangkapnya!

4. Sebutkan jenis kapal niaga dan komersil?

5. Sebutkan Hal yang penting diperhatikan dalam mendesign kapal perang!

2.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Kapal Keruk *(dredger),* Kapal Penangkap Ikan , Kapal Pemadam Kebakaran , Kapal Peneliti, Kapal Rumah Sakit
2. Dipper Dredger
3. 3 macam yaitu :
    - Kapal yang dilengkapi dengan alat tembak terutama khusus untuk kapal penangkap ikan paus.
    - Kapal yang dilengkapi dengan alat jaring
    - Kapal yang dilengkapi dengan alat kail.

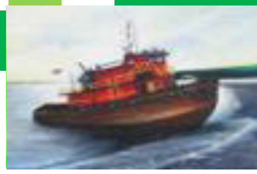


4. termasuk sebagai kapal niaga dan komersil antara lain adalah kapal angkut, kapal penumpang, kapal ikan dan kapal tunda. Kapal angkut bisa berupa kapal cargo, kapal container, maupun semi container (perpaduan antara kapal cargo dan container), kapal feri dan juga kapal tangker.
5. Hal yang penting diperhatikan dalam mendesign kapal perang antara lain*:*
   - Lambung berbentuk ramping untuk memungkinkan berlari cepat.
   - Mesin pendorong, mempunyai power yang besar.
   - Sistem kelistrikan lengkap, otomatis maupun manual.
   - Komando (kemampuan menerima perintah atasan dan memberi perintah ke bawahan).
   - Peralatan pengintai, sesuai dengan fungsinya.
   - Persenjataan, sesuai dengan fungsinya; patroli, atau untuk bertempur.

2.1.7. Lembar Kerja siswa

Amati macam macam kapal menurut fungsinya dan buatlah tabulasi terkait dengan jenis kapal tersebut, terkait dengan keuntungan dan kekurangannya.

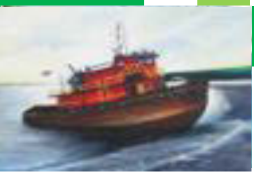
No	Jenis kapal	fungsi	kekurangan	Kelebihan	Keterangan



2.2. Kegiatan Pembelajaran : Kapal menurut lambung dan gaya apung

Amatilah gambar berikut ini kemudian diskusikan klasifikasi menurut lambung dan gaya apung

Nama	Gambar	Klasifikasi Kapal
....	 http://1.bp.blogspot.com/-4wVbqcU6ZIs/ UasGwq2w2hI/AAAAAAAAAKk/ MpnPKoJzH5s/s1600/ bentuk+lambung+kapal+ganda+ (kapal+catamaran).jpg	....
....	 http://upload.wikimedia.org/wikipedia/ commons/5/58/Hydrofoil_old.jpg	....
....	 **http://t2.gstatic.com/images? q=tbn:ANd9GcQOIw79OdkaQO95Zm S_6CIQkKy6FfQ- Su9DGf9q8nE3tiz2R0pheQ**	....



2.2.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang kapal menurut lambung dan gaya apung.

2.2.2. Uraian Materi

Dalam produksi kapal perlu dipahami pengelompokan jenis-jenis kapal menurut bentuk lambung dan gaya apungnya (physical support). Menurut pengelompokan ini kapal dapat dikategorikan menjadi 4 bagian yaitu kapal yang lambungnya bergerak di atas permukaan air (aerostatic support), kapal yang lambungnya sebagian kecil terendam air (*hydrodynamic* support), kapal yang bergerak di air (*hydrostatic* support) dan kapal multi lambung. Dalam hal ini garis air menjadi pembagi pengelompokan cara ini. Karena lingkungan kerja yang berbeda maka karakteristik bentuk lambung ketiga jenis kapal tersebut juga berbeda.

Kapal *Aerostatic*

Kapal Aerostatic mengapung dengan gaya dorong udara di bawah lambungnya. Kapal ini memiliki sirkulasi udara angkat (kipas udara) yang mengatur tekanan udara di bawah badan kapal (*aerostatic support*). Aliran udara ini harus cukup besar untuk bisa mengangkat badan kapal keluar dari air.Kapal jenis ini mempunyai berat yang ringan, karena tahanan udara jauh lebih rendah dari tahanan air dan tidak bersinggungan dengan gelombang air membuat kapal ini mempunyai kecepatan yang tinggi. flexible kapal ini juga dapat bergerak di darat (Amphibi).



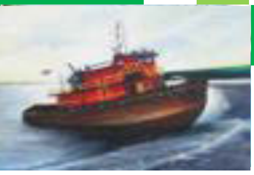


http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/0/05/
Formel1_hovercraft.jpg/275px-Formel1_hovercraft.jpg
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7d/USN_hovercraft.jpg

Gambar 2. 16 *Hovercraft* memiliki kipas udara di bawah badan kapal untuk memdapatkan gaya angkat

Tipe pertama kapal jenis ini memiliki “sarung” yang mengelilingi kapal dan membendung tekanan udara di bawah kapal agar tidak keluar sehingga kapal secara keseluruhan mampu terangkat dari air. Kapal ini disebut sebagai hovercraft atau *air cushion vehicle-ACV* (kapal berbantal udara). Karena kemampuannya mengambang dan bantal udara yang

Tipe lain dari kapal berbantal udara adalah jenis yang memiliki dinding selubung baja tipis yang berada di bawah air untuk mengurangi kebutuhan jumlah aliran udara di bawah badan kapal yang diperlukan untuk mengangkatnya. Tipe ini disebut captured *air bubble vehicle-CAB* (kapal gelembung udara). Kapal ini memerlukan kipas udara tidak sebanyak yang diperlukan hovercraft, lebih kokoh dan stabil, dan dapat menggunakan mesin pendorong jet air ataupun baling-baling *supercavitating*. Tetapi kapal ini tidak tergolong amphibi dan meskipun tidak sepopuler hovercraft namun sangat baik digunakan sebagai kapal feri untuk penumpang dan mengangkut mobil juga dipakai sebagai kapal pendaratan helikopter. Daerah operasi kapal ini cocok untuk laut yang tidak berombak seperti terusan, selat, dan daerah kutub.





http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSA3gTzD5XSRewjsVYv0-k7OewsQJDEx2VHRgzSyILDIbkP-ZsXcQ

Gambar 2.17 Kapal CAB (*capture air buble*) beroperasi padaair yang relatif tenang.

Kapal *Hydrodynamic*

Kapal ini bergantung pada kecepatan yang mengangkat sebagian lambungnya keluar dari air (*hydrodynamic support).* Dengan kecilnya badan kapal yang bersentuhan dengan air maka kecil juga jumlah tahanan air yang ditanggung. Bentuk badan kapal dirancang mengikuti hukum *hydrodynamic*, *setiap benda yang bergerak yang dapat menciptakan aliran non-simetris menimbulkan gaya angkat yang tegak lurus dengan arah gerak.* Seperti sayap pesawat terbang yang bergerak di udara akan memberi gaya angkat.

Salah satu kapal jenis ini menggunakan hydrofoil yang diletakkan di bawah lambung kapal dan memberikan gaya angkat ketika kapal bergerak, sehingga lambung kapal keluar dari air.

Jenis lain adalah kapal dengan lambung berbentuk V (*planning hull*), khususnya pada bagian depan. Ketika kapal bergerak body kapal menerima



gaya angkat, sehingga bagian depan kapal keluar dari air sedangkan bagian belakang tetap terendam. Umumnya kapal model ini berukuran kecil dan punya kecepatan tinggi, beroperasi pada air yang relatif tenang, meski ada juga kapal planning dengan bentuk V yang tajam dan beroperasi pada air yang bergelombang.



http://www.globalmarinesystems.com/_images/vessels/PlaningHull.jpg

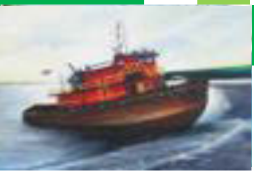
Gambar 2.18 Kapal *planing hull*, bagian depan kapal terangkat ketika melaju pada kecepatan tinggi.

Kapal *Hydrostatic*

Kapal *hydrostatic* adalah kapal dengan displasemen yang besar, sebagian besar lambungnya terendam air. Tipe ini adalah tipe paling kuno dan paling umum dari segala jenis kapal, berkecepatan relative rendah karena harus mengatasi tahanan air yang besar.

Kemampuannya mengapung didasarkan pada hukum arsimedes, *gaya apung yang didapat sebanding dengan berat air yang dipindahkanya* (*hydrostatic* support). Umumnya kapal ini disebut sebagai kapal dengan lambung displacement (displacement = berat air yang dipindahkannya).

Kapal displacement bisa berukuran sangat besar, punya daya angkut yang baik seperti kapal cargo, tangker, penumpang, kapal induk, dan kapal ikan. Karena daya angkut yang besar kapal ini punya kemampuan pelayaran sangat jauh dibandingkan dengan dua kategori sebelumnya yang beroperasi



pada jarak dekat. Kapal displacement adalah kapal segala musim, dengan kemampuan daerah pelayaran dari air tenang sampai berombak.



http://protonsforbreakfast.files.wordpress.com/2012/03/container-ship1.jpg

Gambar 2.19 Kapal *Container* memeliki bentuk lambung dengan *parallel midle body* yang cukup panjang.



Gambar 2.20 *Kapal penumpang dengan kecepatan 12 knot.*

Kapal Multi Lambung

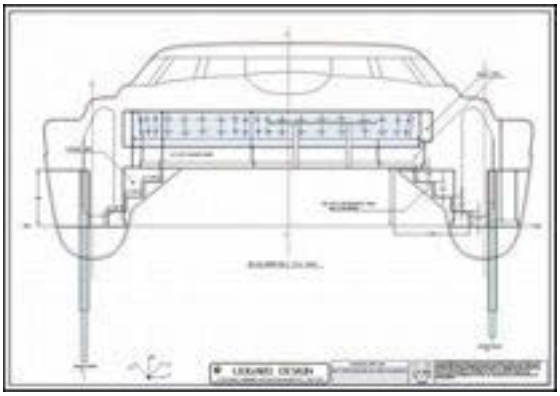
Kapal multi lambung disebut dengan nama catamaran (lambung ganda) dan trimaran (lambung tiga). Tipe ini tidak termasuk pada tiga kategori di atas tetapi memiliki semua gaya support yang *hydrostatic* dan *hydrodynamic*. Kapal ini mempunyai lambung yang besar, mempunyai kecepatan beragam, dari kapal



kecepatan tinggi hingga rendah. Baik ntuk keperluan penelitian biota laut karena lambung gandanya memudahkan penurunan peralatan ke laut lepas.



http://www.lidgarddesign.com/rM53_StudyPlanImages/rM53_MidShipSect_tn.jpg

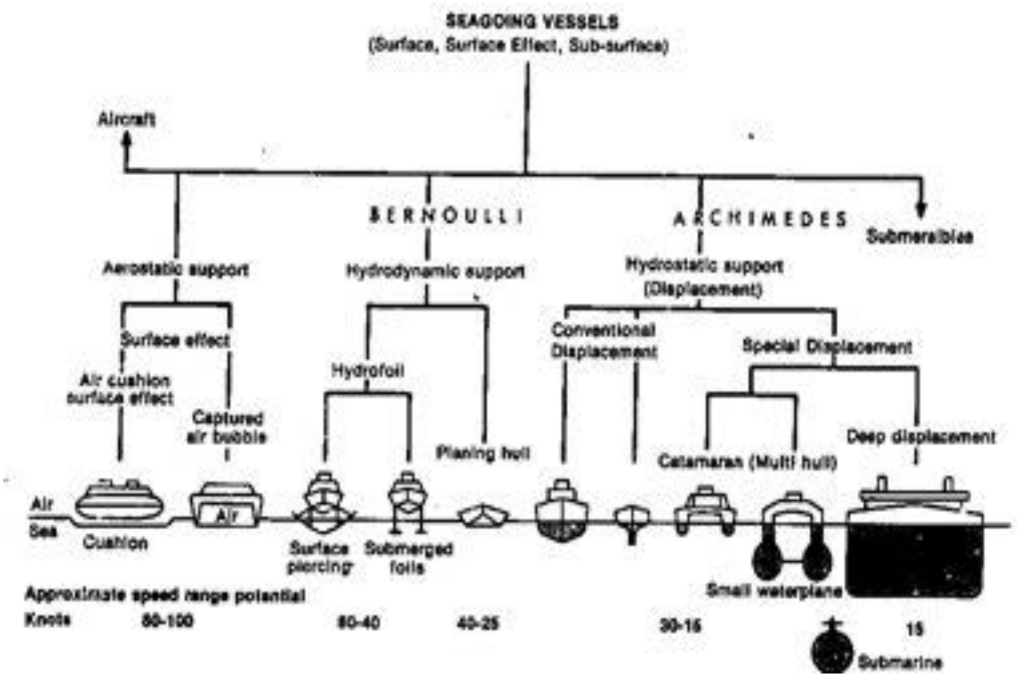


http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/d/d4/Salem_Ferry.JPG/220px-Salem_Ferry.JPG

Gambar 2.21 *Kapal Catamaran*

Uraian diatas merupakan pengelompokan kapal berdasarkan bentuk bagian bawah kapal yang masuk kedalam air.

Untuk jelasnya lihatlah diagram berikut:



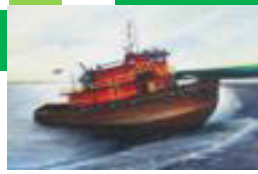
Gambar 2.22 Diagram pohon pengelompokan kapal menurut garis air.

2.2.3. Rangkuman

Dalam produksi kapal perlu dipahami pengelompokan jenis-jenis kapal menurut bentuk lambung dan gaya apungnya (physical support). Menurut pengelompokan ini kapal dapat dikategorikan menjadi 4 bagian yaitu kapal yang lambungnya bergerak di atas permukaan air (aerostatic support), kapal yang lambungnya sebagian kecil terendam air (*hydrodynamic* support), kapal yang bergerak di air (*hydrostatic* support) dan kapal multi lambung. Dalam hal ini garis air menjadi pembagi pengelompokan cara ini. Karena lingkungan kerja yang berbeda maka karakteristik bentuk lambung ketiga jenis kapal tersebut juga berbeda.

2.2.4. Tugas

Buatlah makalah terkait dengan Kapal menurut lambung dan gaya apung!



2.2.5. Tes Formatif

1. Berikut ini adalah gambar kapal…



2. Kapal dengan displasemen yang besar, sebagian besar lambungnya terendam air adalah jenis kapal…
3. Sebutkan 4 kategori jenis kapal menurut bentuk lambung dan gaya apungya!!
4. Kapal yang bergantung pada kecepatan yang mengangkat sebagian lambungnya keluar dari air (*hydrodynamic support)* adalah jenis kapal…
5. Kapal mengapung dengan gaya dorong udara di bawah lambungnya adalah jenis kapal…

2.2.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Gambar kapal multi lambung
2. Kapal *hydrostatic*
3. Menurut pengelompokan ini kapal dapat dikategorikan menjadi 4 bagian yaitu kapal yang lambungnya bergerak di atas permukaan air (aerostatic support), kapal yang lambungnya sebagian kecil terendam air (*hydrodynamic* support), kapal yang bergerak di air (*hydrostatic* support) dan kapal multi lambung

4. Kapal *Hydrodynamic*

5. Kapal aerostatic

2.2.7. Lembar Kerja siswa

Buatlah tabulasi kapal menurut lambung dan gaya apungnya terkait dengan keuntungan dan kekurangannya!

No	Jenis kapal	fungsi	kekurangan	Kelebihan	Keterangan



2.3. Kegiatan Pembelajaran : Kapal menurut penggeraknya

Amatilah gambar berikut ini kemudian diskusikan klasifikasi menurut penggeraknya

Nama	Gambar	Klasifikasi Kapal
....	 http://energycatalyzer3.com/files/2012/10/st2.gif	....
....	 http://www.spiritofpeoria.com/images/home/boat.png	....
....	 http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRDbZVUmRrDqfu_wX0FNu5LhS6Aq4r0Wp0iSwG1xBWiofQRqUbJzw	....



2.3.1. Tujuan Pembelajaran

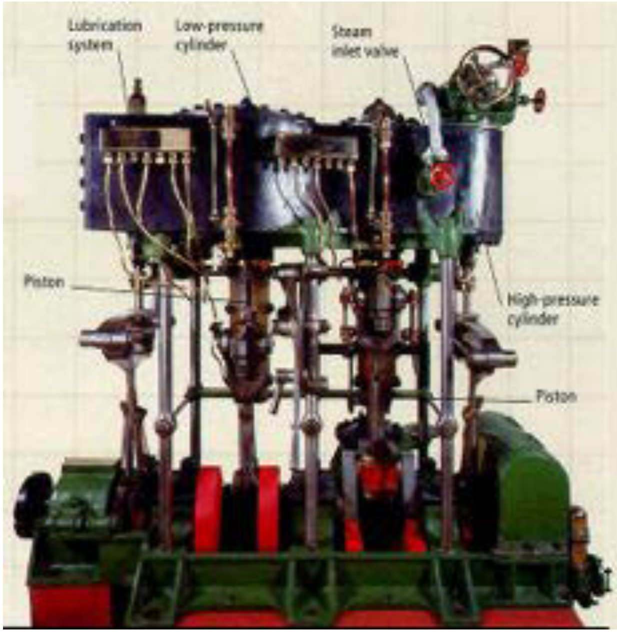
Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang kapal menurut penggeraknya.

2.3.2. Uraian Materi

B. Kapal Berdasarkan Mesin Penggerak Utamanya.

Beberapa faktor ekonomis dan faktor-faktor design akan menentukan mesin macam apa yang cocok untuk dipasang pada suatu kelas tertentu dari sebuah kapal. Jenis-jenis yang biasa dipakai diantaranya:

1) *Mesin uap torak (Steam reciprocating engine)*



http://www.cityofart.net/bship/engine_cpd.jpg

Gambar 2.23 *Mesin uap torak (Steam reciprocating engine)*

Biasanya yang dipakai adalah *triple expansion engine (bersilinder tiga)* atau *double Compound engine.*



Keuntungan:

- mudah pemakaian dan pengontrolan.
- mudah berputar balik (*reversing)* dan mempunyai kecepatan putar yang sama dengan perputaran propeller.

Kerugiannya:

- konstruksinya berat dan memakan banyak tempat serta pemakaian bahan bakar besar.

2) *Turbine uap (Steam turbine)*



http://t1.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSzcqoCyRJ4XtfVU611IjQQ4c7mdYfycqKAEFKtemtpsnZIjP1xZg

Gambar 2.24 *Turbine uap (Steam turbine)*

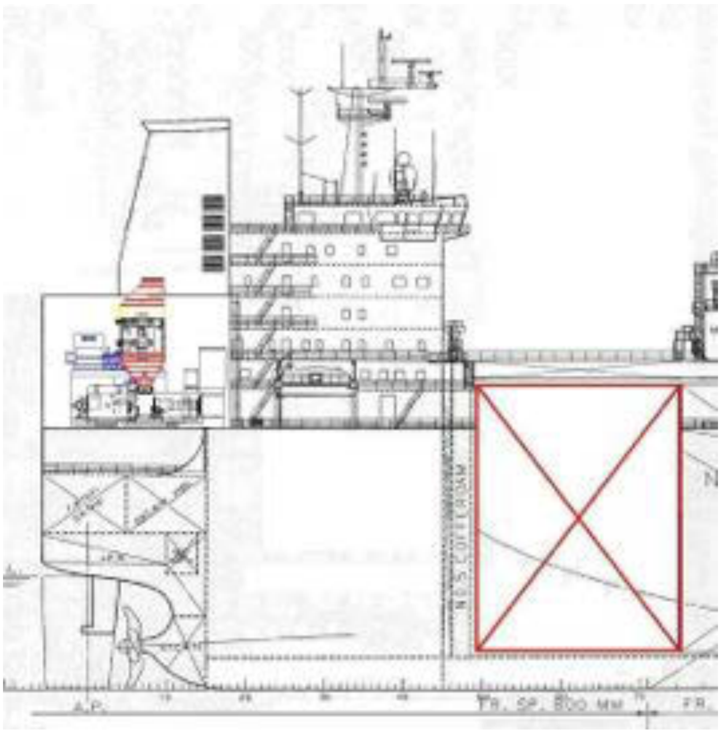
Tenaga yang dihasilkan oleh mesin semacam ini sangat rata dan uniform dan pemakaian uap sangat efisien baik pada tekanan tinggi ataupun rendah.

Kejelekannya yang utama adalah tidak dapat berputar balik atau *non reversible* sehingga diperlukan *reversing turbine* yang tersendiri khusus untuk keperluan tersebut.

Juga putarannya sangat tinggi sehingga, *reduction propeller gear,* sangat diperlukan untuk membuat perputaran propeller jangan terlalu tinggi.

Vibration sangat kecil dan pemakaian bahan bakar kecil kalau dibandingkan dengan mesin uap torak. Mesin semacam ini dapat dibuat bertenaga sangat besar, oleh karena itu digunakan untuk kapal yang membutuhkan tenaga besar.

3) *Turbine Electric Drive.*



http://www.mptconsult.com/LNGC%20GTG%20Drive%20Power%20Plant.JPG

Gambar 2.25 *Turbine Electric Drive.*

Beberapa kapal yang modern memakai sistem dimana suatu turbin memutarkan sebuah elektrik generator, sedangkan propeller digerakkan oleh suatu motor yang terpisah tempatnya dengan mempergunakan aliran listrik dari generator tadi.

Disini *reversing turbine* yang tersendiri dapat dihapuskan dengan memakai sistim ini sangat mudah operasi mesin-mesinnya.

4) *Motor pembakaran dalam (internal combustion engine).*



http://s1.hubimg.com/u/2947736_f520.jpg

Gambar 2.26 *Motor pembakaran dalam (internal combustion engine).*

Mesin yang paling banyak dipakai adalah motor bensin untuk tenaga kecil (motor tempel atau out board motor). Sedangkan tenaga yang lebih besar dipakai mesin diesel yang dibuat dalam suatu unit yang besar untuk kapal-kapal yang berkecepatan rendah dan sedang. Keuntungannya dapat langsung diputar balik dan dapat dipakai dengan cara kombinasi dengan beberapa unit kecil.

Untuk tenaga yang sama, jika dibandingkan dengan mesin uap akan lebih kecil ukurannya. Dengan adanya kemajuan dalam pemakaian *turbo charger* untuk *supercharging* maka beratnyapun dapat diperkecil dan penghasilan tenaga dapat dilipat gandakan.

5) *Gas turbine.*



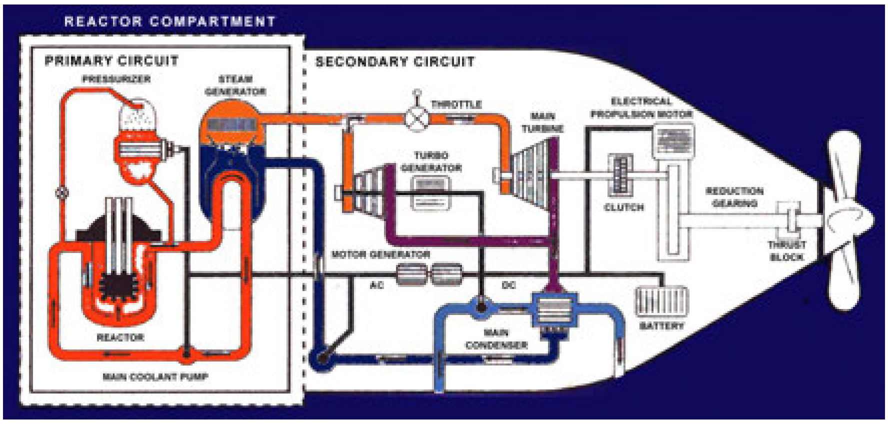
http://t0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcTgyYc8JwMYvEcY_2JQS2lJadcg5sGHKefRRPlK94P7F3mIuvQd

Gambar 2.27 *Gas turbine.*

Prinsipnya adalah suatu penggerak yang mempergunakan udara yang dimampatkan (dikompresikan) dan dinyalakan dengan menggunakan bahan bakar yang disemprotkan dan kemudian setelah terjadi peledakan udara yang terbakar akan berkembang. Kemudian campuran gas yang dihasilkan itu yang dipakai untuk memutar turbine. Gas yang telah terpakai memutar turbine itu sebelum dibuang masih dapat dipakai untuk "*heat exchangers*" sehingga pemakaiannya dapat seefektif mungkin.

Type mesin ini yang sebetulnya adalah kombinasi dari "F*ree Piston Gas Fier*" dan gas turbine belum banyak dipakai oleh kapal-kapal dagang. Research mengenai mesin ini masih banyak dilakukan.

6). *Nuclear Engine*



http://world-nuclear.org/uploadedImages/org/info/Non-Power_Nuclear_Applications/Transport/UK_Nuclear_Submarine.gif

Gambar 2.28 *Nuclear Engine*

Bentuk Propulsi ini hanya dipakai pada kapal-kapal besar non komersil seperti kapal induk, kapal perang sehingga kapal yang memakainya masih terbatas.

Penggerak kapal juga menentukan klasifikasi kapal sesuai dengan tujuannya.

1) Kapal dengan menggunakan alat penggerak layar.

   Pada jenis ini kecepatan kapal tergantung pada adanya angin. Banyak kita jumpai pada kapal-kapal latih dan pada kapal barang tetapi hanya terbatas pada kapal- kapal kecil saja.



http://117745eva.files.wordpress.com/2009/05/kapal-layar1.jpg

Gambar 2.29 Kapal dengan menggunakan alat penggerak layar.



2) Kapal dengan menggunakan alat penggerak *padle wheel*

Sistim *padle wheel*, pada prinsipnya adalah gaya tahanan air yang menyebabkan/menimbulkan gaya dorong kapal (seperti dayung). Padle wheel dipasang dikiri dan kanan kapal dan gerak putarnya dibantu oleh mesin. Umumnya digunakan di daerah yang mempunyai perairan yang tenang misalnya di danau, sungai sebagai kapal-kapal pesiar.



http://images.fineartamerica.com/images-medium-large/-paddle-wheel-steamer-in-new-orleans-carl-purcell.jpg

Gambar 2.30 Kapal dengan menggunakan alat penggerak *padle wheel*

3) Kapal dengan menggunakan alat penggerak *jet propulsion*

Sistim ini pada prinsipnya adalah air diisap melalui saluran di muka lalu didorong ke belakang dengan pompa hingga menimbulkan *impuls* (jet air ke belakang). Sistim ini banyak kita jumpai pada *tug boat* tetapi fungsinya untuk mendorong bukan menarik.



http://i1.ytimg.com/vi/qg14dKSByM8/maxresdefault.jpg

Gambar 2.31 Kapal dengan menggunakan alat penggerak *jet propulsion*

4) Kapal dengan menggunakan alat penggerak *propeller* (baling-baling). Kapal bergerak karena berputarnya baling yang dipasang di belakang badan kapal sehingga menimbulkan daya dorong.



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/35/Ship-propeller.jpg

Gambar 2.32 Kapal dengan menggunakan alat penggerak *propeller* (baling-baling).

2.3.3. Rangkuman

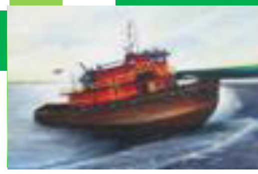
Beberapa faktor ekonomis dan faktor-faktor design akan menentukan mesin macam apa yang cocok untuk dipasang pada suatu kelas tertentu dari sebuah kapal. Jenis-jenis yang biasa dipakai diantaranya:

- *Mesin uap torak (Steam reciprocating engine),* Biasanya yang dipakai adalah *triple expansion engine (bersilinder tiga)* atau *double Compound engine.*
- *Turbine uap (Steam turbine),* Tenaga yang dihasilkan oleh mesin semacam ini sangat rata dan uniform dan pemakaian uap sangat efisien baik pada tekanan tinggi ataupun rendah.
- *Turbine Electric Drive.* Beberapa kapal yang modern memakai sistem dimana suatu turbin memutarkan sebuah elektrik generator, sedangkan propeller digerakkan oleh suatu motor yang terpisah tempatnya dengan mempergunakan aliran listrik dari generator tadi.

- *Motor pembakaran dalam (internal combustion engine).* Mesin yang paling banyak dipakai adalah motor bensin untuk tenaga kecil (motor tempel atau out board motor). Sedangkan tenaga yang lebih besar dipakai mesin diesel yang dibuat dalam suatu unit yang besar untuk kapal-kapal yang berkecepatan rendah dan sedang.
- *Gas turbine.* Prinsipnya adalah suatu penggerak yang mempergunakan udara yang dimampatkan (dikompresikan) dan dinyalakan dengan menggunakan bahan bakar yang disemprotkan dan kemudian setelah terjadi peledakan udara yang terbakar akan berkembang.
- *Nuclear Engine.*Bentuk Propulsi ini hanya dipakai pada kapal-kapal besar non komersil seperti kapal induk, kapal perang sehingga kapal yang memakainya masih terbatas.
- Kapal dengan menggunakan alat penggerak layar. Pada jenis ini kecepatan kapal tergantung pada adanya angin.
- Kapal dengan menggunakan alat penggerak *padle wheel.*Sistim *padle wheel*, pada prinsipnya adalah gaya tahanan air yang menyebabkan/menimbulkan gaya dorong kapal (seperti dayung).
- Kapal dengan menggunakan alat penggerak *jet propulsion.* Sistim ini pada prinsipnya adalah air diisap melalui saluran di muka lalu didorong ke belakang dengan pompa hingga menimbulkan *impuls* (jet air ke belakang).
- Kapal dengan menggunakan alat penggerak *propeller* (baling-baling). Kapal bergerak karena berputarnya baling yang dipasang di belakang badan kapal sehingga menimbulkan daya dorong.

2.3.4. Tugas

Buatlah rangkuman terkait dengan kapal menurut penggeraknya!



2.3.5. Tes Formatif

1. Penggerak kapal dengan prinsip suatu penggerak yang mempergunakan udara yang dimampatkan (dikompresikan) dan dinyalakan dengan menggunakan bahan bakar yang disemprotkan dan kemudian setelah terjadi peledakan udara yang terbakar akan berkembang adalah…
2. Kapal bergerak karena berputarnya baling yang dipasang di belakang badan kapal sehingga menimbulkan daya dorong adalah…
3. Jenis kapal dimana suatu turbin memutarkan sebuah elektrik generator, sedangkan propeller digerakkan oleh suatu motor yang terpisah tempatnya dengan mempergunakan aliran listrik dari generator tadi…
4. Sebutkan Penggerak kapal menurut klasifikasi kapal sesuai dengan tujuannya !

2.3.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

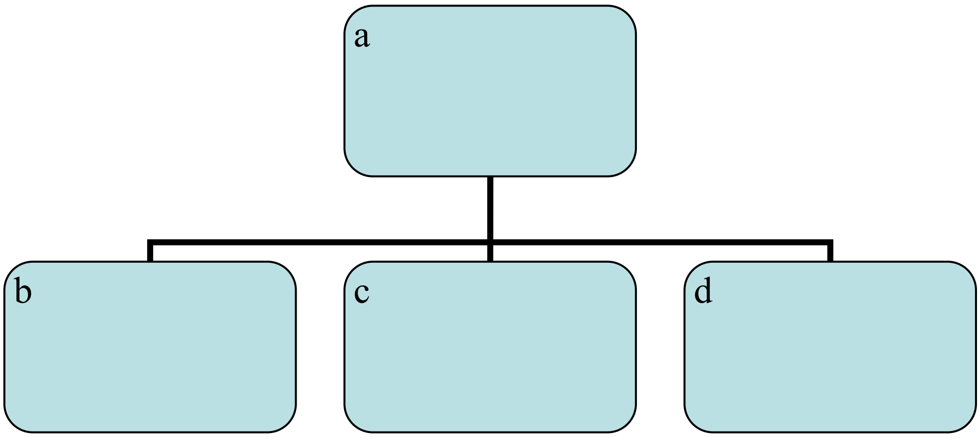
1. *Gas turbine*
2. Kapal dengan penggerak propeller
3. *Turbine Electric Drive.*
4. Kapal menurut klasifikasi tujuannya

- Kapal dengan menggunakan alat penggerak layar.
- Kapal dengan menggunakan alat penggerak *padle wheel*
- Kapal dengan menggunakan alat penggerak *jet propulsion*
- Kapal dengan menggunakan alat penggerak *propeller* (baling-baling).



2.3.7. Lembar Kerja siswa

Buatlah diagram terkait dengan kapal menurut penggeraknya!





2.4. Kegiatan Pembelajaran : kapal Bahan pembuatnya

Amatilah gambar berikut ini kemudian diskusikan klasifikasi menurut bahan pembuatnya

Nama	Gambar	Klasifikasi Kapal
....	 http://www.indonesianship.com/images/kapalkayu23122009.jpg	....
....	 http://ports.co.za/admin/large/image-652.jpg	....
....	 http://minaanugrah.webs.com/photos/undefined/Doc1-21.jpg	....

2.4.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang kapal menurut bahan pembuatnya dan kapal khusus.

2.4.2. Uraian Materi

Kapal Menurut Bahannya.

Bahan untuk membuat kapal bermacam-macam adanya dan tergantung dari tujuan serta maksud pembuatan itu. Tentunya dicari bahan yang paling ekonomis sesuai dengan keperluannya.

1) Kapal kayu adalah kapal yang seluruh konstruksi badan kapal dibuat dari kayu. Hampir semua bangunannya terbuat dari bahan kayu,biasanya ukuran kapal kayu kecil-kecil,sering dipakai untuk menangkap ikan (nelayan) atau untuk armada pelayaran rakyat.



http://mdk16.files.wordpress.com/2013/09/kapal-kayu.jpg

Gambar 2.33 Kapal kayu



2) Kapal fiberglass adalah kapal yang seluruh kontruksi badan kapal dibuat dari fiberglass. Bangunan kapalnya hampir semuanya terbuat dari fiber glass,jadi berat dari kapal tersebut sangat ringan,tujuannya untuk meningkatkan kecepatan kapal itu sendiri.biasa digunakan untuk kapal patroli terbatas,motor pandu,crew boat,dll.



http://mdk16.files.wordpress.com/2013/09/kapal-pandu.jpg?w=304&h=203

Gambar 2.34 Kapal fiberglass

3) Kapal ferro cement adalah kapal yang dibuat dari bahan semen yang diperkuat dengan baja sebagai tulang-tulangnya.

Fungsi tulangan ini sangat menentukan karena tulangan ini yang akan menyanggah seluruh gaya-gaya yang bekerja pada kapal. Selain itu tulangan ini juga digunakan sebagai tempat perletakan campuran semen hingga menjadi satu kesatuan yang benar-benar homogen, artinya bersama-sama bisa menahan gaya yang datang dari segala arah.

4) Kapal baja adalah kapal yang seluruh konstruksi badan kapal dibuat dari baja.Pada umumnya kapal baja selalu menggunakan sistem konstruksi las, sedangkan pada kapal-kapal sebelum perang dunia II masih digunakan konstruksi keling. Kapal pertama yang menggunakan sistem konstruksi las adalah kapal Liberty, yang dipakai pada waktu perang dunia II. Pada waktu itu masih banyak kelemahan-kelemahan pada sistim pengelasan, sehingga sering dijumpai keretakan-keretakan pada konstruksi kapalnya.

Dengan adanya kemajuan-kemajuan dalam teknik pengelasan dan teknologi pembuatan kapal, kelemahan-kelemahan itu tidak dijumpai lagi. Keuntungan sistem las adalah bahwa pembuatan kapal menjadi lebih cepat jika dibandingkan dengan konstruksi keling. Disamping pada konstruksi las berat kapal secara keseluruhan menjadi lebih ringan. Hampir semua bangunan kapal terbuat dari besi/baja,sehingga sangat kuat dan kokoh.sudah sangat lazim

digunakan pada kapal-kapal besar dengan kapasitas besar, contoh : kapal, tanker, curah, cargo, dll .



http://mdk16.files.wordpress.com/2013/09/kapal-tenaga.jpg

Gambar 2.35 Kapal baja

2.4.3. Rangkuman

Kapal Menurut Bahannya.

1) Kapal kayu adalah kapal yang seluruh konstruksi badan kapal dibuat dari kayu. Hampir semua bangunannya terbuat dari bahan kayu,biasanya ukuran kapal kayu kecil-kecil,sering dipakai untuk menangkap ikan (nelayan) atau untuk armada pelayaran rakyat.

2) Kapal fiberglass adalah kapal yang seluruh kontruksi badan kapal dibuat dari fiberglass. Bangunan kapalnya hampir semuanya terbuat dari fiber glass,jadi berat dari kapal tersebut sangat ringan,tujuannya untuk meningkatkan kecepatan kapal itu sendiri.biasa digunakan untuk kapal patroli terbatas,motor pandu,crew boat,dll.

3) Kapal ferro cement adalah kapal yang dibuat dari bahan semen yang diperkuat dengan baja sebagai tulang-tulangnya.



4) Kapal baja adalah kapal yang seluruh konstruksi badan kapal dibuat dari baja.

Pada umumnya kapal baja selalu menggunakan sistem konstruksi las, sedangkan pada kapal-kapal sebelum perang dunia II masih digunakan konstruksi keling.

2.4.4. Tugas

Buatlah rangkuman terkait dengan kapal menurut bahan pembuatnya!

2.4.5. Tes Formatif

1. Jelaskan tentang kapal baja!
2. Jelaskan tentang kapal fiberglass!

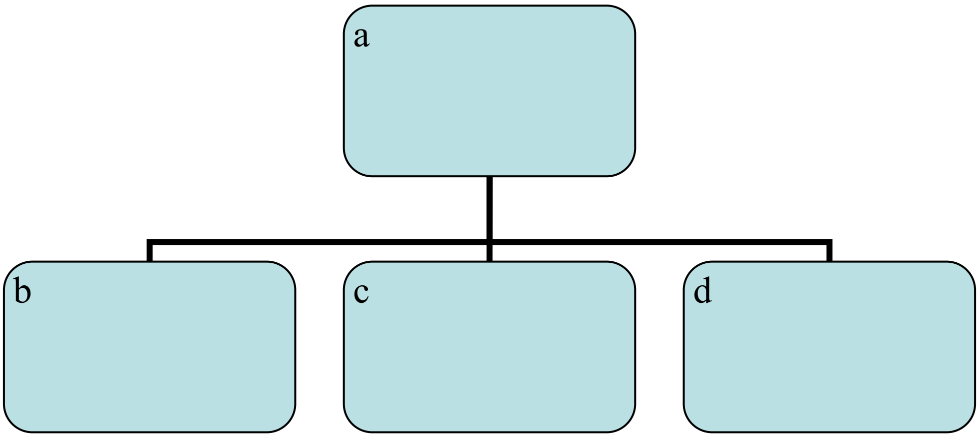
2.4.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

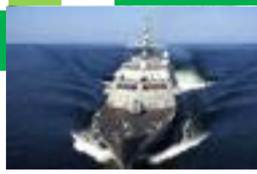
1. **Kapal baja** adalah kapal yang seluruh konstruksi badan kapal dibuat dari baja. Pada umumnya kapal baja selalu menggunakan sistem konstruksi las, sedangkan pada kapal-kapal sebelum perang dunia II masih digunakan konstruksi keling.
2. **Kapal fiberglas**s adalah kapal yang seluruh kontruksi badan kapal dibuat dari fiberglass. Bangunan kapalnya hampir semuanya terbuat dari fiber glass,jadi berat dari kapal tersebut sangat ringan,tujuannya untuk meningkatkan kecepatan kapal itu sendiri.biasa digunakan untuk kapal patroli terbatas,motor pandu,crew boat,dll.



2.4.7. Lembar Kerja siswa

Membuat diagram tentang kapal menurut bahan pembuatnya!





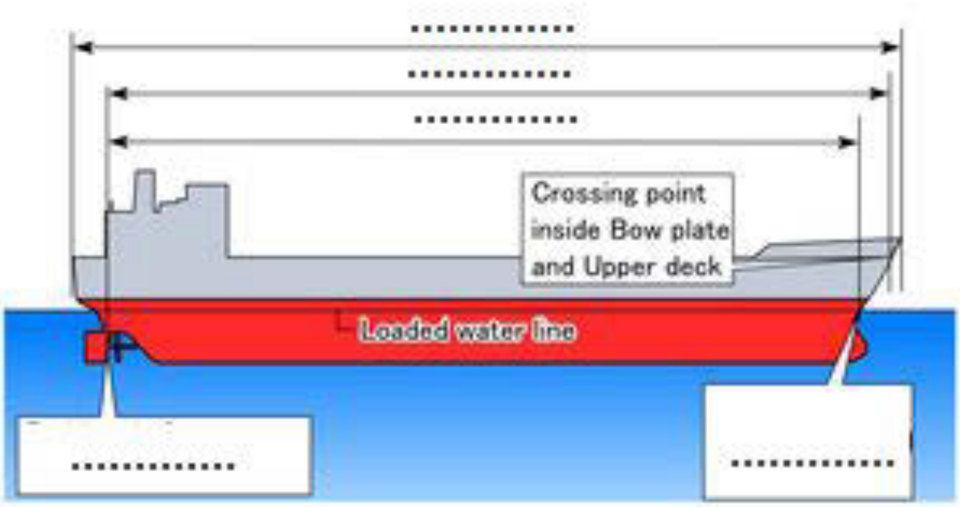
Bab 3

UKURAN UTAMA KAPAL

3.1. Kegiatan Pembelajaran : *Ukuran Utama kapal*

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan ukuran utama kapal

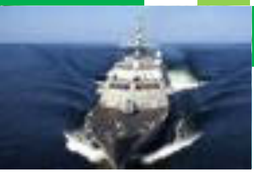
Gambar



http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/96/Ship_size_(side_view).PNG/300px-Ship_size_(side_view).PNG

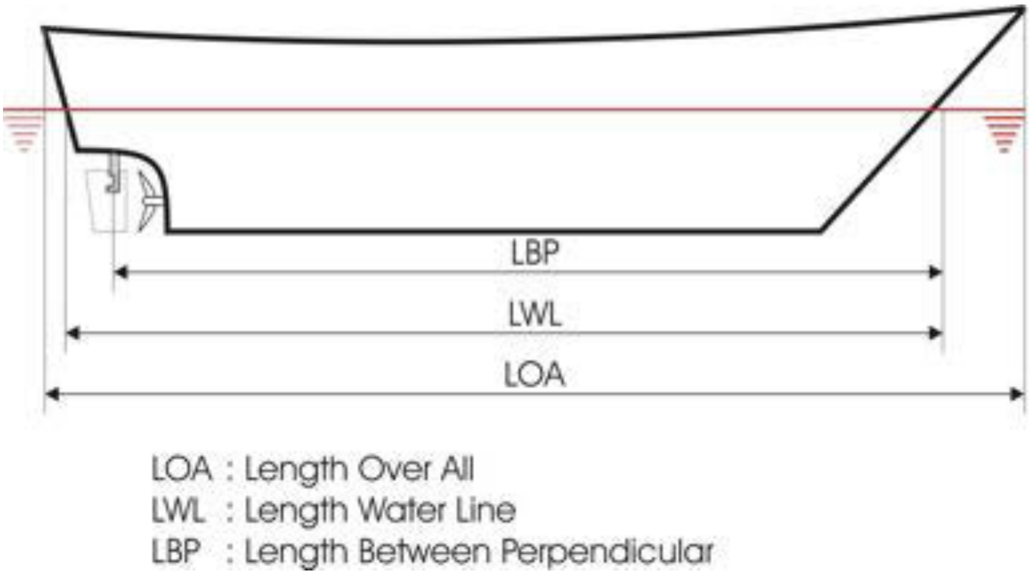
3.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang Ukuran utama kapal.



3.1.2. Uraian Materi

Ukuran Panjang



http://3.bp.blogspot.com/-KpYmmb92RsY/UNVOQYiNYGI/AAAAAAAAADg/O9CpjdzGOus/s1600/main+dimention.jpg

Gambar 3.1 Ukuran panjang kapal

1.1. LOA = *Length Over All*

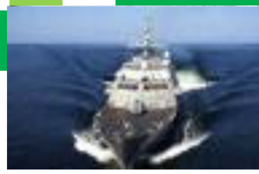
Adalah panjang keseluruhan kapal yang diukur dari ujung buritan sampai ujung haluan.

1.2. LWL = *Length On The Water Line*

Adalah jarak mendatar antara kedua ujung garis muat, yang diukur dari titik potongannya linggi haluan dengan garis air muat sampai titik potongnya garis air muat dengan linggi belakang diukur pada bagian luar linggi depan dan linggi belakang, jadi titik termasuk kulit lambung.

1.3. LBP = *Length Between Perpendiculars*.

Adalah penjang antara kedua garis tegak buritan (Pa) dan garis tegak haluan (Rf) yang diukur pada garis muat dan sejajar lunas, dan



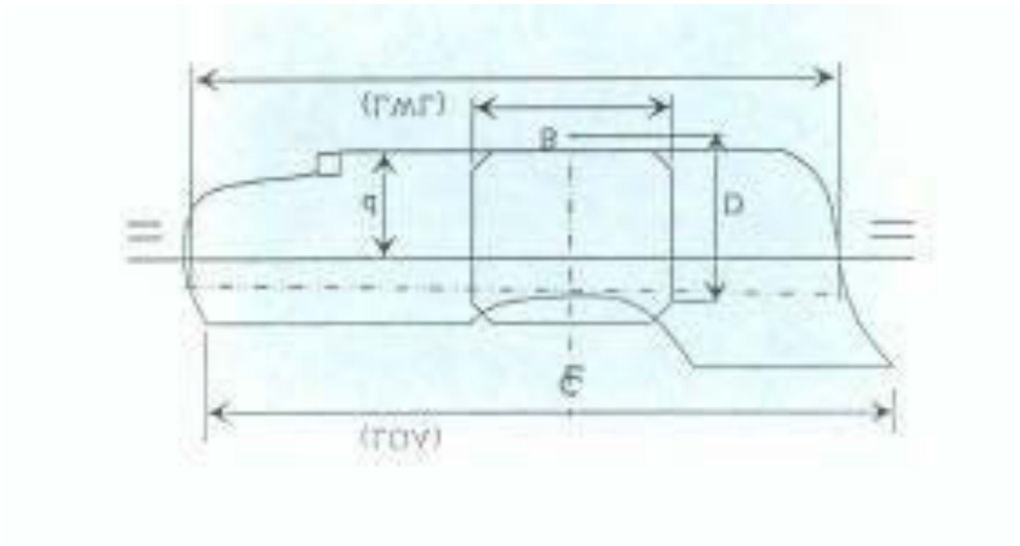
Pa = *After Perpendicular*

Adalah garis tegak yang dibuat melalui linggi kemudi bagian belakang, kalau kapal tidak memiliki linggi kemudi, maka garis tegak itu dibuat melalui sumbu dari poros kemudi atau cagak kapal.

Pf = *Fore Perpendiculars*

Adalah garis tegak haluan yaitu garis tegak yang dibuat melalui perpotongan antara linggi haluan dengan garis air muat.

2. Ukuran Lebar



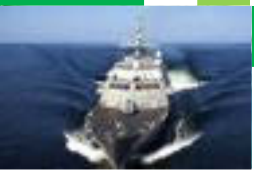
Gambar 3.2 Ukuran lebar kapal

2.1. B = *Breath*

Adalah lebar dalam yaitu jarak mendatar gading tengah kapal yang diukur pada bagian luar gading, jadi tidak termasuk tebal kulit lambung.

2.2. BWL = *Breath At The Water Line*

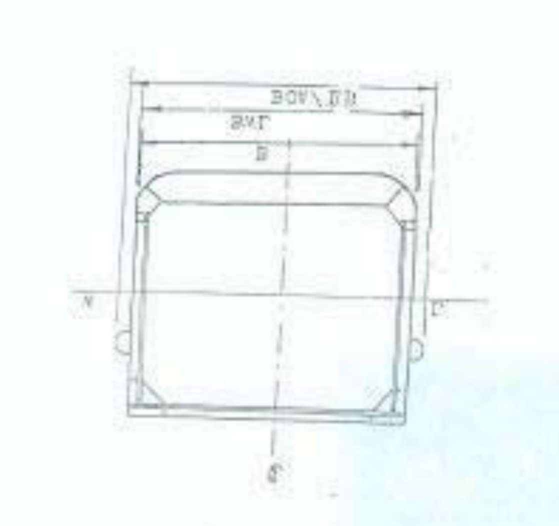
Adalah lebar pada garis air muat, yaitu lebar terbesar yang diukur pada garis air muat.



2.3. EB = *Extrim Breath*

Adalah lebar maksimum yaitu lebar terbesar dari kapal yang diukur dari kulit lambung kapal disamping kiri sampai kulit lambung kanan, kalau ada bagian geladak yang menonjol keluar sampai melampui lambung kapal, maka yang dipakai sebagai lebar maksimum adalah lebar dari geladak yang dimaksud atau lebar terlebar dari sebelah luar kapal.

3. Ukuran Tegak (Vertical)



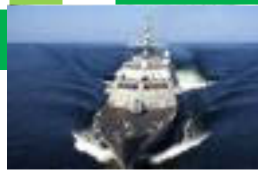
Gambar 3.3 Ukuran tegak kapal

3.1. D = *Depth*

Tinggi geladak, adalah jarak tegak dari garis dasar sampai garis geladak yang terendah di tepi diukur di tengah-tengah panjang kapal (LBP).

3.2. d = *Draught* (sarat yang direncanakan)

Adalah jarak tegak dari garis dasar sampai pada garis air muat



3.1.3. Rangkuman

Ukuran pokok kapal

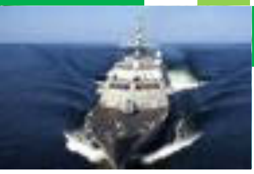
1. Ukuranpanjang
   a. LOA = *Length Over All*
   b. LWL = *Length On The Water Line*
   c. LBP = *Length Between Perpendiculars*.
2. Ukuranlebar
   a. B = *Breath*
   b. BWL = *Breath At The Water Line*
   c. EB = *Extrim Breath*
3. Ukuran Tegak (Vertical)
   a. D = *Depth*
   b. d = *Draught* (sarat yang direncanakan)

3.1.4. Tugas

Buatlah rangkuman terkait dengan ukuran utama kapal!

3.1.5. Tes Formatif

1. Apa yg dimaksud dengan *Extrime Breath*?
2. Apa yang dimaksud dengan *After Perpendicular?*
3. Apa yang dimaksud dengan *Length On The Water Line?*



3.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. lebar maksimum yaitu lebar terbesar dari kapal yang diukur dari kulit lambung kapal disamping kiri sampai kulit lambung kanan, kalau ada bagian geladak yang menonjol keluar sampai melampui lambung kapal, maka yang dipakai sebagai lebar maksimum adalah lebar dari geladak yang dimaksud atau lebar terlebar dari sebelah luar kapal.

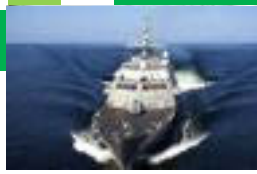
2. Adalah garis tegak yang dibuat melalui linggi kemudi bagian belakang, kalau kapal tidak memiliki linggi kemudi, maka garis tegak itu dibuat melalui sumbu dari poros kemudi atau cagak kapal.

3. jarak mendatar antara kedua ujung garis muat, yang diukur dari titik potongannya linggi haluan dengan garis air muat sampai titik potongnya garis air muat dengan linggi belakang diukur pada bagian luar linggi depan dan linggi belakang, jadi titik termasuk kulit lambung.

3.1.7. Lembar Kerja siswa

Mengidentifikasi ukuran utama kapal!

No	Ukuran utama kapal	Keterangan



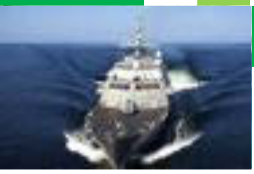
3.2 Kegiatan Pembelajaran : *Ukuran kecepatan kapal*

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan satuan kecepatan kapal!

Gambar
 http://t3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcShRC651t0XPTiedoO5HNTes3OixAW5g7B0QmrSDgP126PhLx1N

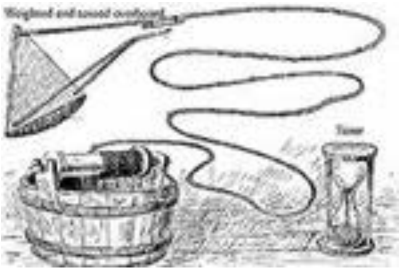
3.2.1 Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang ukuran kecepatan kapal.



3.2.2 Uraian Materi

Satuan ukuran kecepatan kapal adalah knot, yaitu jumlah mil laut yang ditempuh dalm satu jam. Mengapa kecepatan kapal di laut digunakan satuan knot (mil laut per jam) bukannya kilometer per jam?



Gambar 3.4 Ilustrasi kecepatan kapal

Pelaut dahulu kala menentukan jarak maupun kecepatan hanya beralatkan tabung jam pasir dan segulung tali yang diberi pemberat diujungnya. Mula-mula tali berbandul dilemparkan bersamaan dengan membalik jam pasir. Ternyata diperlukan tali sepanjang 47 kaki plus 3 inci untuk mengosongkan jam pasir (28 detik). Dari sini muncul istilah "knots" yang berarti satuan kecepatan dalam mil laut per jam. Satu knots sama 6076 kaki per jam atau 1,852 kilometer per jam. Kecepatan kapal yang diukur dengan kecepatan mobil dalam mil perjam, karena mil laut kurang lebih 244 meter lebih panjang dari pada mil darat. Jadi kalau ada sebuah kapal yang berlayar dengan laju 35 knot akan sama dengan mobil yang bergerak dengan laju hampir 40 mil per jam.

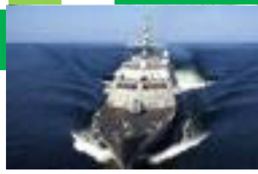
Sekalipun cara pengukuran yang lebih akurat telah ditemukan, namun orang tetap lebih suka menggunakan istilah knots (tali) untuk kecepatan kapal.

Menghitung Kecepatan dan Jarak

Cara perhitungan ini tidak ada pengaruh arus dan angin. Maka Jauh atau jarak yang harus ditempuh oleh kapal dalam suatu haluan tertentu dan kecepatan adalah jauh yang ditempuh oleh kapal dalam waktu 1 jam.

Ada beberapa rumus yang sederhana seperti dibawah ini :

1. Jika ingin menghitung jauh yang telah ditempuh kapal dalam waktu tertentu ialah dengan rumus = $\dfrac{\mathbf{W \times K}}{\mathbf{60}}$



2. Jika menghitung lamanya waktu untuk menempuh suatu jarak tertentu ialah dengan rumus = $\frac{\mathbf{D \times 60}}{\mathbf{K}}$

3. Jika menghitung kecepatan kapal untuk menempuh waktu tertentu ialah dengan rumus = $\frac{\mathbf{D \times 60}}{\mathbf{W}}$

Keterangan : **W** : Waktu dalam menit

K : Kecepatan dalam detik lintang (busur)

D : Jauh dalam detik lintang (busur)

Contoh Soal.

Soal 1.

a. Kapal berlayar dengan Kecepatan 12,8 knots, kemudian telah berlayar 49 menit. Berapa jauh kapal melayarinya?

Penyelesaian :

Kecepatan kapal 12,8 knots = 12,8 mil / jam = $\frac{12{,}8'}{60}$

Dalam 49 menit kapal berlayar

$\frac{W \times K}{60} = \frac{49 \times 12{,}8'}{60} = \frac{627{,}2'}{60} = \pm 10{,}5$ mil

b. Kapal berlayar dengan kecepatan 9 mil/jam, kemudian kapal telah berlayar 7 jam 50 menit. Berapa jauh kapal melayarinya?

Penyelesaian :

Dalam 7 jam kapal berlayar = 7 x 9 mil = 63 mil

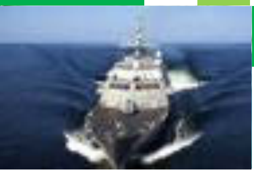
Dalam 50 menit $\frac{50 \times 9'}{60} = \frac{450'}{60} =$ 7,5 mil

3.2.3 Rangkuman

Satuan ukuran kecepatan kapal adalah knot, yaitu jumlah mil laut yang ditempuh dalam satu jam.

Menghitung Kecepatan dan Jarak

Cara perhitungan ini tidak ada pengaruh arus dan angin. Maka Jauh atau jarak yang harus ditempuh oleh kapal dalam suatu haluan tertentu dan kecepatan adalah jauh



3.2.4 Tugas

Buatlah makalah terkait dengan ukuran kecepatan kapal

3.2.5 Tes Formatif

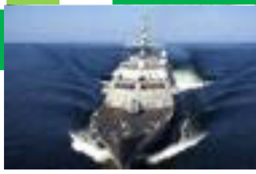
1. Apakah yang dimaksud dengan satuan ukuran kecepatan kapal dalam knot

3.2.6 Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Knot yaitu jumlah mil laut yang ditempuh dalam satu jam

3.2.7 Lembar Kerja siswa

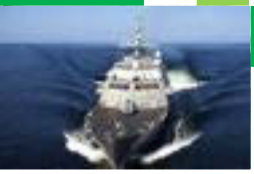
Mengamati kecepatan kapal!



3.3 Kegiatan Pembelajaran : *Sistem konstruksi kapal*

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan system konstruksi kapal!

Gambar
 http://www.safehavenmarine.com/IMG_0038.JPG  http://dashewoffshore.com/64update%20photos/dec-18-3.jpg



3.3.1 Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang system konstruksi kapal

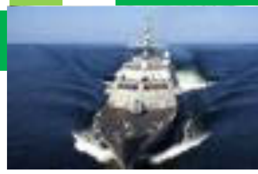
3.3.2 Uraian Materi

Sistem kerangka/konstruksi kapal (framing system) dibedakan dalam dua jenis utama; yaitu sistem kerangka melintang (transverse framing system) dan sistem membujur atau memanjang (longitudinal framing system). Dari kedua sistem utama ini maka dikenal pula sistem kombinasi (combination/mixed framing system).

Suatu kapal dapat seluruhnya dibuat dengan sistem melintang, atau hanya bagian-bagian tertentu saja (misalnya kamar mesin dan/atau cerukceruk) yang dibuat dengan sistem melintang sedangkan bagian utamanya dengan sistem membujur atau kombinasi; atau seluruhnya dibuat dengan sistem membujur.

Pemilihan jenis sistem untuk suatu kapal sangat ditentukan oleh ukuran kapal (dalam hal ini panjangnya sehubungan dengan kebutuhan akan kekuatan memanjang), jenis/fungsi kapal menjadikan dasar pertimbangan-pertimbangan lainnya..

Untuk mengenali apakah suatu kapal, atau bagian dari badan kapal dibuat dengan sistem melintang atau membujur dapat dilihat pada panelpanel pelatnya (panel pelat adalah bidang pelat yang dibatasi oleh penumpu-penumpunya). Jika sisi-sisi panjang panel-panel pelat berada pada posisi muka -belakang (sesuai arah hadap kapal) maka sistem yang dipakai pada bagian yang bersangkutan adalah sistem melintang, sebaliknya jika sisi-sisi pendek berada pada posisi muka-belakang maka sistem yang dipakai adalah sistem membujur. Sistem kombinasi diartikan bahwa alas dan geladak dibuat dengan sistem membujur sedangkan sisisisi kapal dibuat dengan sistem melintang.



1. Sistem Konstruksi Melintang

Dalam sistem ini gading-gading (frame) dipasang vertikal (mengikuti bentuk body plan) dengan jarak antara (spacing), ke arah memanjang kapal, satu sama lain yang rapat (sekitar antara 500 mm – 1000 mm, tergangung panjang kapal). Pada geladak, baik geladak kekuatan maupun geladak-geladak lainnya, dipasang balok-balok geladak (deck beam) dengan jarak antara yang sama seperti jarak antara gading-gading. Ujungujung masing-masing balok geladak ditumpu oleh gading-gading yang terletak pada vertikal yang sama. Pada alas dipasang wrang-wrang dengan jarak yang sama pula dengan jarak antara gading-gading sedemikian rupa sehingga masing-masing wrang, gading-gading dan balok geladak membentuk sebuah rangkaian yang saling berhubungan dan terletak pada satu bidang vertikal sesuai penampang melintang kapal pada tempat yang bersangkutan. Jadi, sepanjang kapal berdiri rangkaian-rangkaian (frame ring) ini dengan jarak antara yang rapat sebagaimana disebutkan di atas.

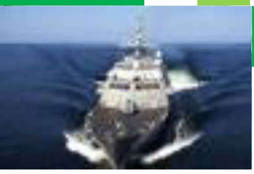
Rangkaian ini hanya ditiadakan apabila pada tempat yang sama telah dipasang sekat melintang atau rangkaian lain, yaitu gading-gading besar.

Gading-gading besar *(web frame)* adalah gading-gading yang mempunyai bilah *(web)* yang sangat besar (dibandingkan bilah gadinggading utama). Gading-gading besar ini dihubungkan pula ujung-ujungnya dengan balok geladak yang mempunyai bilah yang juga besar *(web beam).* Gading-gading besar ini umumnya hanya ditempatkan pada ruanganruangan tertentu (misalnya kamar mesin), tetapi dapat juga di dalam ruang muat bila memang diperlukan sebagai tambahan penguatan melintang. Tergantung kebutuhan, gading-gading besar demikian ini umumnya dipasang dengan jarak antara sekitar 3 – 5 m.

Sekat-sekat melintang, gading-gading (biasa maupun besar), balokbalok geladak (besar maupun biasa) merupakan unsur-unsur penguatan melintang badan kapal. Elemen-elemen yang dipasang membujur dalam sistem melintang ini hanyalah:

a. Pada alas : penumpu tengah *(center girder)* dan penumpu samping *(side girder).*

Penumpu tengah adalah pelat yang dipasang vertikal memanjang kapal tepat pada bidang paruh (center line). Dalam alas ganda tinggi penumpu tengah



ini merupakan tinggi alas ganda. Dalam alas tunggal penumpu alas ini dinamakan juga “*keeleon”* (luas dalam). Penumpu alas ini memotong wrang-wrang tepat pada bidang paruh.

Penumpu samping *(side girder, atau side keelson)* juga merupakan pelat vertikal yang dipasang membujur pada alas. Penumpu samping ini dipasang di sebelah penumpu tengah. Suatu kapal dapat memiliki satu atau lebih penumpu samping, tergantung lebarnya, pada setiap sisi; dapat juga tidak memiliki penumpu samping. Jarak penumpu samping terhadap penumpu tengah, jarak satu sama lain dan jaraknya terhadap sisi kapal dibatasi maksimum sekitar 1,8 m – 3,5 m.

b. Pada sisi : santa sisi *(side stringer).* Santa sisi pada umumnya hanya dipasang pada tempat-tempat tertentu (terutama di dalam ceruk dan kamar mesin), dapat juga di dalam ruang muat, tergantung kebutuhan setempat. Jarak antara (spacing) senta-senta sisi demikian ini tergantung kebutuhan, tetapi di dalam kamar mesin dan ceruk-ceruk dibatasi minimum 2,6 m (Biro Klasifikasi Indonesia)

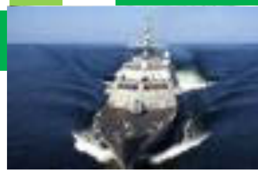
c. Pada geladak : penumpu geladak *(deck girder atau carling)*

Untuk kapal barang dengan satu buah lubang palkah pada tiap ruang muat pada geladak yang bersangkutan, dapat dipasang 1-3 buah penumpu geladak, tergantung lebarnya. Penumpu geladak di pasang tepat pada bidang paruh dan/atau menerus dengan penumpu bujur lubang palkah (hatchside girder), yaitu penumpu-penumpu yang tepat berada di bawah ambang palkah yang membujur.

Dengan demikian terlihat bahwa dalam sistem melintang, elemen-elemen konstruksi/kerangka yang dipasang membujur jauh lebih sedikit jumlahnya daripada elemen-elemen kerangka yang merupakan bagian dari penguatan melintang.

2. Sistem Konstruksi Memanjang

Dalam sistem ini gading-gading utama tidak dipasang vertikal, tetapi dipasang membujur pada sisi kapal dengan jarak antara, diukur ke arah vertikal, sekitar 700 mm-1000 mm. gading-gading ini (pada sisi) dinamakan pembujur sisi 9side longitudinal). Padea setiap jarak tertentu (sekitar 3-5 m) dipasang gading-gading besar, sebagaimana gading-gading besar pada sistem melintang, yang disebut pelintang sisi (side transverse).



Pada alas, dan alas dalam, juga dipasang pembujur-pembujur seperti pembujur-pembujur sisi tersebut di atas dengan jarak antara yang sama pula seperti jarak antara pembujur-pembujur sisi. Pembujur-pembujur ini dinamakan pembujur-pembujur alas (bottom longitudinal) dan, pada alas dalam, pembujur alas dalam (inner bottom longitudinal). Pada alas juga dipasang wrang-wrang, dan dihubungkan pada pelintang-pelintang sisi. Tetapi umumnya tidak pada tiap pelintang sisi; yaitu setiap dua, atau lebih, pelintang sisi. Wrang-wrang pda sistem membujur juga dinamakan pelintang alas (bottom transverse). Penumpu tengah dan penumpu samping sama halnya seperti pada sistem melintang.

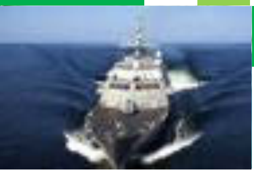
Pada geladak juga dipasang pembujur-pembujur seperti halnya pembujur-pembujur yang lain tersebut di atas. Pembujur-pembujur ini dinamakan pembujur geladak (deck longitudinal). Balok-balok geladak dengan bilah yang besar dipasang pada setiap pelintang sisi; dan disebut pelintang geladak (deck transverse).

Konstruksi lainnya (penumpu geladak, sekat, dsb) sama seperti halnya pada sistem melintang.

Dengan demikian terlihat bahwa dalam sistem membujur elemenelemen kerangka yang dipasang membujur jauh lebih banyak jumlahnya daripada yang merupakan penguatan melintang.

3. Sistem Konstruksi Kombinasi

Sistem kombinasi ini diartikan bahwa sistem melintang dan sistem membujur dipakai bersama-sama dalam badan kapal. Dalam sistem ini geladak dan alas dibuat menurut sistem membujur sedangkan sisinya menurut sistem melintang. Jadi, sisi-sisinya diperkuat dengan gadinggading melintang dengan jarak antara yang rapat seperti halnya dalam sistem melintang, sedangkan alas dan geladaknya diperkuat dengan pembujur-pembujur. Dengan demikian maka dalam mengikuti peraturan klasifikasi (rules) sisi-sisi kapal tunduk pada ketentuan yang berlaku untuk sistem melintang, sedangkan alas dan geladaknya mengikuti ketentuan yang berlaku untuk sistem membujur, untuk hal-hal yang memang diperlukan secara terpisah.

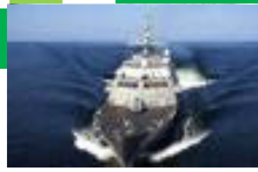


4. Dasar Pertimbangan Umum Dalam Pemilihan Sistem Konstruksi Kapal

Dalam sistem membujur, jika pembujur-pembujur (alas, sisi maupun geladak) dipasang menerus memanjang kapal secara efektif maka pembujur-pembujur tersebut akan merupakan bagian yang integral dengan badan kapal. Ini berarti bahwa pembujur-pembujur tersebut akan memperbesar bukuus penampang badan kapal, sehingga berarti pula bahwa pembujur-pembujur tersebut membantu langsung dalam menahan beban-beban lengkung longitudinal badan kapal.

Di samping itu, jika dalam bidang pelat yang ditumpunya bekerja tegangan-tegangan tekan yang tinggi akibat beban-beban lengkung longitudinal maka pembujur-pembujur tersebut tidak saja hanya membantu langsung dalam menahan beban-beban tersebut, tetapi juga memperbesar kekuatan tekuk kritis (critical buckling strength) pelat yang bersangkutan; dan ini berarti menambah kekuatan pelat tersebut, atau, dengan kata lain, menjadikan pelat tersebut lebih kuat dalam menahan terjadinya tekukan (buckling) akibat beban-beban kompresif demikian itu.

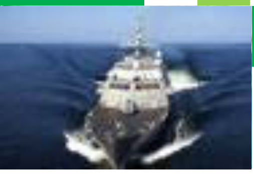
Kekuatan tekuk panel pelat (bidang pelat yang dibatasi oleh penumpu-penumpunya) tidak saja dipengaruhi oleh tebal pelatnya, tetapi juga oleh arah tegangan-tegangan tekan di dalam panel pelat itu sendiri. Panel pelat persegi empat (misalnya panel pelat yang dibentuk oleh pelintang-pelintang geladak dan pembujur-pembujur geladak, atau oleh balok-balok geladak dan penumpu-penumpu geladak) akan lebih tahan menerima tegangan-tegangan tekan yang bekerja dalam arah menurut sisi panjangnya (memotong sisi pendeknya) daripada menerima tegangantegangan tekan yang bekerja menurutarah sisi pendeknya (memotong sisi panjangnya). Pada panel pelat yang menerima beban kompresif yang bekerja menurut arah sisi pendeknya tekukan akan terjadi pada beban yang hanya sebesar 25% beban yang dapat menimbulkan tekukan pada panel pelat tersebut bila beban tersebut bekerja menurut arah sisi panjangnya. Bila hal ini dipandang menurut tumpuannya maka berarti bahwa panel pelat yang mendapatkan tumpuan yang membujur mempunyai kekuatan tekuk yang lebih besar daripada panel pelat yang mempunyai tumpuan yang melintang, atau dengan kata lain tumpuan membujur memberikan kekuatan tekuk yang lebih besar daripada tumpuan melintang.



Dalam sistem membujur panel-panel pelat berada pada kekuatan dimana sisi-sisi pendeknya berada di muka dan di belakang (sesuai arah hadap kapal), sedangkan pada sistem melintang sisi-sisi panjangnyalah yang berada pada posisi muka-belakang. Ini berarti, untuk kapal yang sama, bahwa untuk mendapatkan kekuatan/kekuatan tekuk yang sama seperti yang diperoleh dari sistem membujur maka sistem melintang akan memerlukan pelat yang lebih tebal, atau jarak gading-gading yang lebih rapat.

Dengan kata lain, dengan mendapatkan tambahan bukuus penampang dan kekakuan pelat dari pembujur-pembujur maka untuk mendapatkan bukuus penampang dan kekuatan tekuk yang dibutuhkan untuk menahan beban-beban lengkung longitudinal badan kapal yang dibuat dengan sistem kerangka membujur akan lebih ringan daripada bila badan kapal tersebut dibuat dengan sistem melintang, karena untuk menyamai bukuus penampang dan kekuatan tekuk pelat yang diberikan oleh sistem membujur maka sistem melintang memerlukan penguatanpenguatan yang lebih banyak dan/atau pelat-pelat yang lebih tebal.

Sekalipun keuntungan yang diberikan oleh sistem membujur sudah jelas, yaitu konstruksi yang lebih ringan untuk memenuhi kekuatan memanjang yang dibutuhkan, tetapi jenis sistem membujur ini tidak /bukan merupakan suatu standar bahwa setiap kapal harus dibuat dengan sistem ini. Untuk kapal-kapal kecil, seperti misalnya kapal-kapal pelayaran pantai (coaster), kapal-kapal tunda (tug boat), kapal penangkap ikan (trawler), dsb., keuntungan yang diberikan oleh sistem membujur dipandang tidak terlalu berarti dan kurang praktis (lebih rumit atau berhubungan dengan fasilitas galangan yang ada, misalnya peralatan otomatis yang diperlukan untuk pengerjaan pelat-pelat tipis, dsb.). hal ini disebabkan karena bebanbeban longitudinal pada kapal-kapal kecil relatif ringan. Di lain pihak pelatpelat kulit (alas, sisi maupun geladak) untuk kapal-kapal kecil demikian itu yang diperhitungkan untuk kekuatan melintang pada umumnya sudah memenuhi kebutuhan kekuatan memanjang, bahkan boleh dikatakan jauh melebihi yang dibutuhkan karena penambahan-penambahan tebal untuk pertimbangan-pertimbangan korosi, keausan, dsb. Di bagian-bagian tertentu pada badan kapal. Disamping itu pengerjaan sistem kerangka melintang dalam banyak hal relatif lebih sederhana daripada sistem membujur.



Di samping itu, tidak hanya pada kapal-kapal kecil saja, pada kapalkapal besar dalam beberapa hal sistem membujur juga menimbulkan problema-problema tertentu. Pada kapal-kapal barang dan kapal-kapal muatan dingin (refrigerated cargo) pelintang-pelintang sisi dan geladak merupakan kerugian utama dalam pemakaian sistem ini. Pelintangpelintang tersebut menjadikan ruang muat kurang efisien dan mengganggu/menghambat penempatan muatan, bahkan dapat merusakkan muatan di dalam ruang muat tersebut. Pada kapal-kapal penumpang sistem ini menyulitkan pekerjaan/penataan interior di dalam ruang-ruang/kabin-akbin penumpang maupun ruang-ruang lainnya. Di samping itu, pada kapal-kapal penumpang, pembujur-pembujur juga menimbulkan problema; yaitu menyulitkan pengaturan sistem saluran dan pemipaan (AC, kabel-kabel listrik, pipa-pipa air, dsb). Saluran induk sistemsistem tersebut merupakan saluran yang memanjang kapal, sedangkan saluran-saluran cabangnya, yaitu yang menuju ruangan-ruangan, merupakan saluran-saluran yang melintang kapal. Dengan demikian saluran-saluran cabang ini harus melintasi / memotong / menembus pembujur-pembujur. Oleh karena itu pada kapal-kapal barang, atau lainnya, yang memang harus menggunakan sistem pembujur untuk memenuhi kekuatan memanjangnya dengan konstruksi / material yang efisien, pada umumnya digunakan sistem kombinasi; yaitu alas dan geladak atasnya dibuat dengan sistem membujur, sedangkan sisi-sisi dan geladak-geladak lainnya dengan sistem melintang. Kapal-kapal tangki (tanker) pada umumnya dibuat dengan sistem membujur sepenuhnya, kecuali kapalkapal tangki kecil atau untuk daerah pelayaran terbatas, karena tidak dihadapkan pada problema sebagaimana pada kapal-kapal barang. Dan, dapat dikatakan bahwa penggunaan sistem membujur yang paling awal adalah pada kapal-kapal tangki.

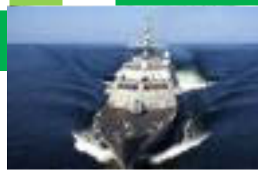
3.3.3 Rangkuman

Sistem kerangka/konstruksi kapal (framing system)

1. sistem kerangka melintang (transverse framing system)

2. sistem membujur atau memanjang (longitudinal framing system).

3. sistem kombinasi (combination/mixed framing system)



Dasar Pertimbangan Umum Dalam Pemilihan Sistem Konstruksi Kapal

- sistem membujur panel-panel pelat berada pada kekuatan dimana sisi-sisi pendeknya berada di muka dan di belakang (sesuai arah hadap kapal),
- sistem melintang sisi-sisi panjangnyalah yang berada pada posisi muka-belakang. Ini berarti, untuk kapal yang sama,

3.3.4 Tugas

Buatlah makalah terkait dengan system konstruksi kapal!

3.3.5 Tes Formatif

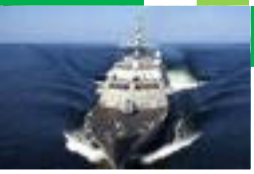
1. Sebutkan Sistem kerangka/konstruksi kapal (framing system)!

3.3.6 Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Sistem kerangka/konstruksi kapal (framing system)
   - sistem kerangka melintang (transverse framing system)
   - sistem membujur atau memanjang (longitudinal framing system).
   - sistem kombinasi (combination/mixed framing system)

3.3.7 Lembar Kerja siswa

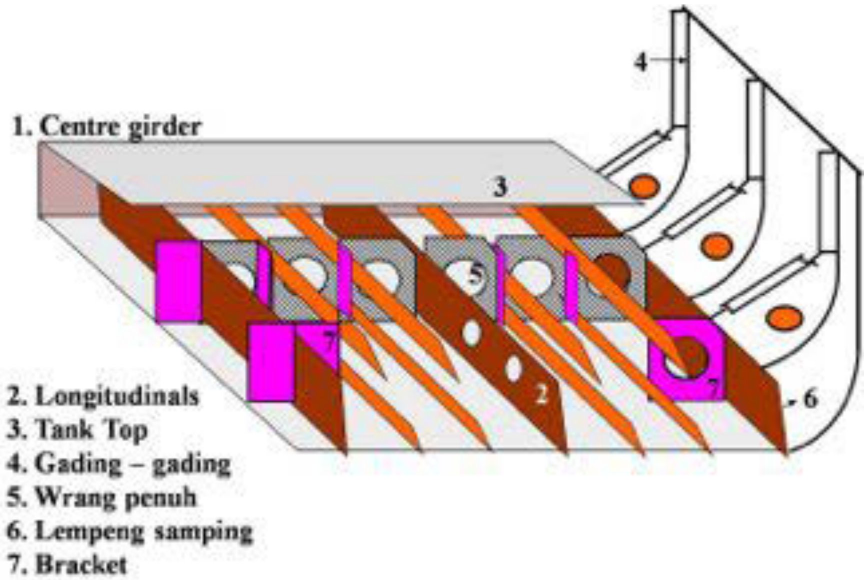
Amatilah system konstruksi kapal dan susun laporannya!



3.4 Kegiatan Pembelajaran : *Elemen konstruksi kapal*

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan elemen konstruksi kapal

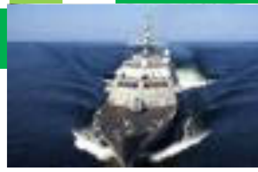
Gambar



http://kapitanmadina.files.wordpress.com/2011/10/picture12.jpg



http://www.safehavenmarine.com/IMG_0038.JPG



3.4.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang elemen konstruksi kapal

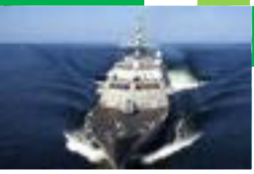
3.4.2. Uraian Materi

1. Bahan Dan Profil

Jenis bahan yang umum digunakan untuk membangun sebuah kapal. adalah bahan-bahan tersebut antara lain : baja, alumunium, tembaga, gelas serat (*fibreglass*), kayu. Dari beberapa jenis bahan baja yang sampai saat ini paling banyak dipakai untuk pembuatan kapal.

Baja dikenal sebagai paduan besi karbon dengan beberapa unsur tambahan. Kandungan karbon yang diizinkan untuk pembuatan baja tidak boleh melebihi 2%. Penggunaan baja dapat menyeluruh atau bagianbagian tertentu saja. Bagian-bagian yang dibuat dari bahan baja meliputi lambung kapal, kerangka kapal dan masih banyak bagian yang lain. Ada juga sebagian kapal baja yang digunakan alumunium untuk membuat bagian-bagian tertentu kapal. misalnya, bangunan atas, rumah geladak, penutup palka jendela, dan pintu. Ada juga kapal yang bahannya terbuat dari paduan alumunium, sehingga sebagian besar bahan untuk pembuatan kapal diambil dari paduan alumunium. Dibandingkan dengan baja, paduan alumunium mempunyai berat 1/3 dari berat baja untuk besar yang sama. Oleh karena itu ada sebuah kapal yang bagian atasnya dibuat dari alumunium. Bangunan yang demikian itu akan mengurangi berat keseluruhan kapal. Disamping itu berat dari dasar kapal menjadi lebih kecil atau dengan lain kata, stabilitas kapal akan menjadi relatif lebih baik.

Dari segi kekuatan, ketahanan terhadap korosi, kemampuan untuk dikerjakan, dan kemampuan untuk dilas, alumunium mempunyai sifat yang hampir sama dengan baja, hanya alumunium relatif lebih mahal daripada baja. Bahan lain yang biasa untuk melengkapi pembangunan kapal baja adalah lembaga. Tembaga banyak digunakan untuk instalasi pipa-pipa yang ada di kapal.



Bahan-bahan lain seperi gelas serat dan kayu banyak dipakai untuk bahan pokok membuat kapal-kapal yang relatif lebih kecil, juga untuk membuat interior-interior kapal baja atau kapal alumunium.

Baja bangunan kapal hanya dapat dirpoduksi oleh pabrik-pabrik baja yang telah disetujui oleh Biro Klasifikasi Indonesia. Baja itu juga harus dibuat melalui proses tertentu. Adapun proses tersebut meliputi pembuatan baja dengan dapur kubu (*open hearth*), dapur listrik, proses pengembusan dengan oksigen (zat asam) dari atas, atau proses-proses khusus lain yang telah disetujui. Melalui proses-proses tersebut, diharapkan akan dihasilkan baja yang mempunyai sifat berkualitas tinggi dengan susunan kimia dan sifat mekanis, sesuai dengan yang disyaratkan, sejauh mungkin bebas dari kandungan bahan bukan logam dan cacat-cacat dalam atau luar yang dapat mempengaruhi pemakaian atau pengerjaan selanjutnya, dan bahan baja yan sudah mendapatkan perlakuan panas.

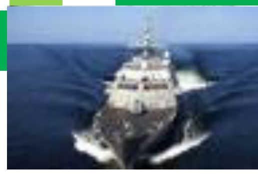
Baja untuk membangun suatu kapal pada umumnya dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu

1. Baja bangunan kapal biasa bangunan kapal dengan tegangan tinggi.

2. Baja kapal biasa digunakan pada konstruksi kapal yang dianjurkan mempunyai sifat kimia, deoksidasi pengelolaan panas, atau sifat-sifat mekanik yang sudah mendapt persetujuan BKI,. penggolongan didasarkan pada metode deoksidasi komposisi unsur-unsur kimia yang dikandung, pengujian tekan, pengujian tarik, dan perlakuan panas

Adapun sifat-sifat mekanis yang harus dimiliki baja biasa adalah batas lumer minimal 24 kg/mm^2 kekuatan tarik dari 41 kg mm^2 sampai dengan 50 kg/ mm^2, dan regangan patah minimal 22 %.

Baja kapal yang mempunyai tegangan tinggi yang dipakai untuk bangunan kapal harus sesuai dengan peraturan-peraturan Biro Klasifiki baik mengenai komposisi kimia, sifat-sifat mekanik, metode deoksidasi, maupun perlakuan panasnya. Baja kapal tegangan tinggi untuk lambung, digolongan ke dalam dua bagian, yaitu baja dengan tegangan lumer minimal 32 Kg / mm^2 dan mempunyai kekuatan tarik dari 48 Kg/ mm^2 – 60 kg/mm^2 serta baja dengan tegangan lumer minimum 36 Kg / mm^2 dan mempunyai kekuatan tarik dari 50 kg/mm^2. Penggolongan kualitas itu didasarkan pada metode deoksidasi, proses pembuatan, komposisi kimia, pengujian tarik,pengujian takik, pengujian pukul,



dan perlakuan panas, baja tegangan tinggi dipergunakan juga untuk bagian-bagian konstruksi kapal yang mendapat tekanan besar pada susunan kerangka kapal.

Selain baja tersebut diatas, masih ada baja lain yang digunakan untuk bangunan kapal. baja tersebut adalah baja tempat. Sifat-sifat yang harus dimiliki baja tempa ini ialah bahwa baja itu harus mempunyai kekuatan tarik minimal 41 Kg / mm^2.

Jenis baja tersebut digunakan pada bagian-bagian tertentu di kapal, yaitu untuk poros baling-baling, kopling kemudi, linggi, poros, engkol, roda gigi, dan lain sebagainya.

Semua bahan yang telah memenuhi persyaratan BKI akan diberi stempel. Jika suatu bagian telah mendapatkan stempel dari BKI ternyata tidak memenuhi syarat setelah diadakan pengujian lagi, stempel itu harus dibatalkan dengan pencoretan atau penghapusan stempel.

Bahan yang dipakai untuk membuat badan kapal biasanya berupa pelat dan profil. Pelat diberi stempel dikedua sisi, depan dan belakang pada sudut pelat yang bersebrangan sehingga stempel itu selalu dapat dilihat tanpa membalik-membalikan pelat atau profil.

Berdasarkan ketebalan, pelat dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu

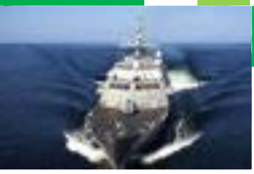
1. pelat tipis dengan ketebalan 3 mm sampai 5 mm sampai 25 mm
2. pelat tebal dengan ketebalan 25 mm sampai 60 mm.
3. Ukuran luas pelat yang paling banyak dijual adalah 1.500 mm x 6.000 mm dan 1.200 x 2.400 mm.

Profil yang paling untuk membangun kapal mempunyai bermacam-macam bentuk dan ukuran. Bentuk-bentuk tersebut dapat dilihat pada gambar 9.1.

Penggunaan pelat dan profil-profil tersebut adalah sebagai berikut.

(1) Pelat, sebagai bahan utama untuk membangun kapal dapat dilihat pada gambar 9.1a.

(2) Balok berpenampang bujur sangkar biasanya digunakan untuk balok-balok tinggi, lunas, dan lain-lain. Diperlihatkan pada gambar 9.1b.



(3) Profil penampang bulat pada umumnya digunakan untuk topangtopang yang kecil, balok untuk pegangan tangan Gambar 9.1c.

(4) Profil setengah bulat pada umumnya dipakai pada tepi-tepi pelat sehingga pelat tersebut tidak tajam ujung tepinya, misalnya, pada tepi ambang palka Gambar 9.1d.

(5) Profil siku sama kaki digunakan penegar pelat atau penguatanpenguatan. Diperlihatkan pada Gambar 9.1e.

(6) Profil siku gembung (bulb) merupakan profil siku yang salah satu sisinya diperkuat dengan pembesaran tepi sampai menggembung Gambar 9.1f.

(7) Profil U adalah profil yang mempunyai kekuatan besar daripada profil siku bulba. Profil ini digunakan untuk kekuatan konstruksi yang lebih besar daripada yang disyaratkan. Diperlihatkan pada Gambar 9.1g.

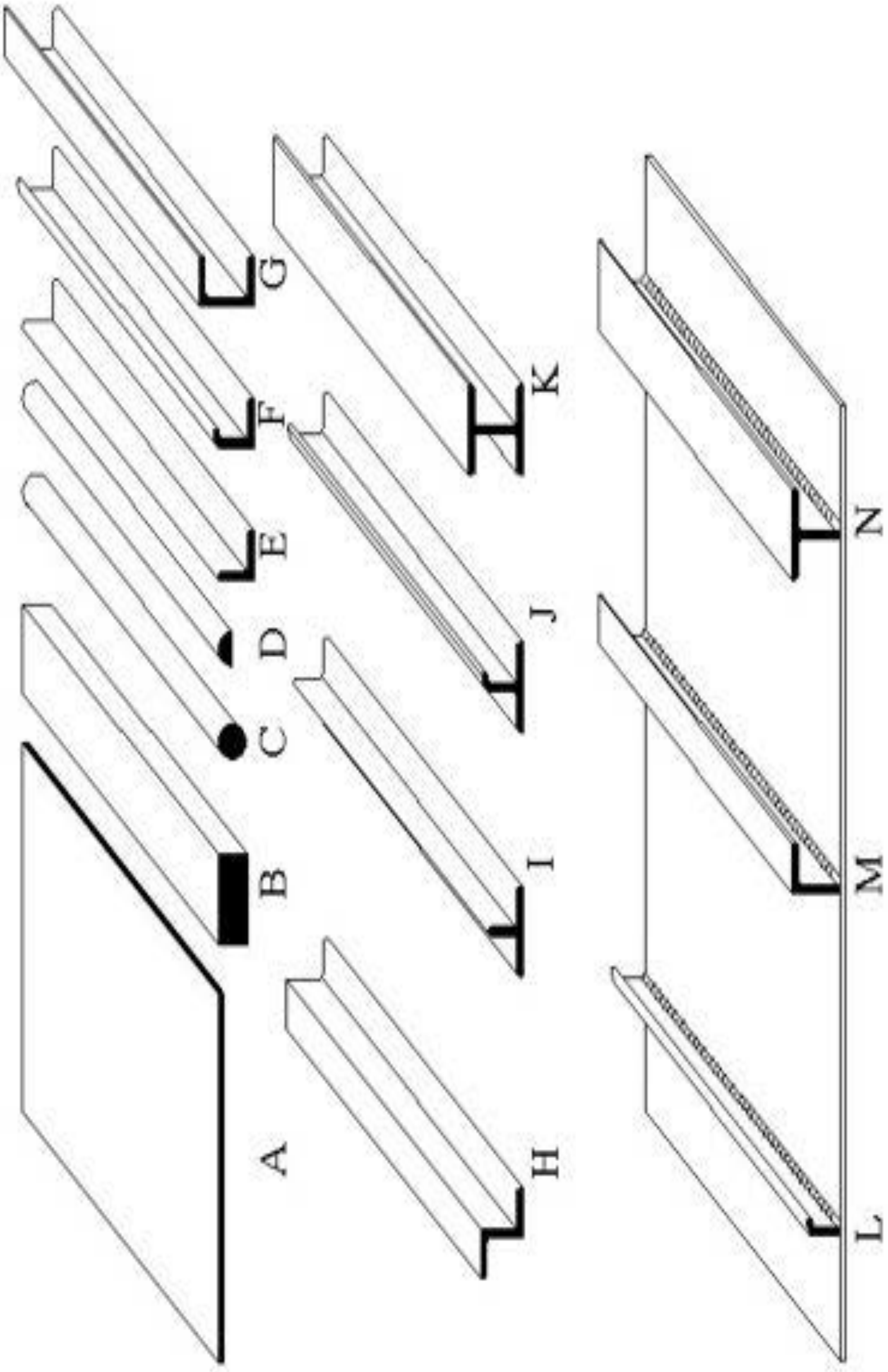
(8) Profil berbentuk penampang Z sama dengan profil U dalam hal bentuknya, tetapi salah satu sisi dibalik. Diperlihatkan pada Gambar 9.1h.

(9) Profil H dan I adalah profil yang sangat kuat, tetapi tidak digunakan secara umum, profil ini dipasang pada konstruksi yang memerlukan kekuatan khusus. Diperlihatkan pada Gambar 9.1i.

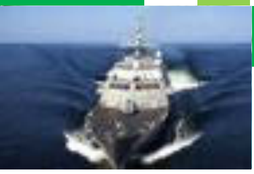
(10) Profil T adalah yang digunakan untuk keperluan khusus. Misalnya, untuk penumpu geladak. Diperlihatkan pada gambar 9.1j

(11) Profil T gembung adalah profil yang mempunyai kekuatan lebih besar daripada profil T. diperlihatkan pada Gambar.9.1.k

(12) Profil gembung adalah profil yang salah satu ujungnya dibuat gembung dan digunakan untuk penguatan pelat. Contoh pemasangan profil ini adalah pelat 9.1 l,m,n



Gambar 3.5 ***Pelat dan Profil***



2. Fungsi Elemen-Elemen Pokok Kapal

Geladak kekuatan, alas dan sisi-sisi kapal berperan sebagai balok kotak (*box girder*), sehingga sering disebut sebagai hull girder atau ship girder, yang menerima beban-beban lengkung (*longitudinal bending*) dan beban-beban lainnya yang bekerja pada konstruksi badan kapal. Geladak cuaca, alas dan sisi-sisi kapal juga berfungsi sebagai dinding-dinding kedap yang menahan air dari luar dan menerima gaya tekan air ke atas (*buoyancy*) sehingga kapal dapat terapung. Elemen-elemen lainnya membantu langsung fungsi-fungsi tersebut dan sebagian hanya berperan sebagai pendukung atau penunjang agar elemen-elemen pokok tersebut selalu tetap pada kedudukannya sehingga dapat berfungsi secara efektif. Fungsi masing-masing individu akan dijelaskan pada Bab-bab berikutnya.

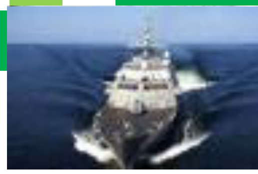
3. Beban Yang Diterima Badan Kapal

Beban-beban *(load)* yang bekerja pad abadna kapal pada hakekatnya dapat dibedakan dalam dua kelompok yaitu :

- Beban-beban yang berpengaruh pada konstruksi dan bentuk kapal secara keseluruhan *(structural load).* Termasuk dalam kelompok ini adalah : beban lengkung longitudinal *(hogging dan sagging)*; racking; efek-efek tekanan air *(effect of water pressure)*; gaya-gaya reaksi dari ganjal-ganjal pengedokan *(keel block).*
- Beban-beban lokal, yaitu beban-beban yang hanya berpengaruh pada bagian-bagian tertentu pada badan kapal. Termasuk dalam kelompok ini adalah : *pounding/slamming*; massa setempat dan getaran.

a. Beban Lengkung Longitudinal *(Hogging dan Sagging)*

Pengertian lengkung longitudinal (longitudinal bending) dalam kaitannya dengan konstruksi/kekuatan kapal adalah melengkungnya badan kapal dipandang menurut penampang memanjangnya; yaitu menurut bidang vertikal memanjang. Hal ini sama halnya dengan sebuah balok memanjang yang melengkung bila hanya ditumpu di bagian tengahnya atau di kedua ujungnya.



Bila sebuah balok panjang ditumpu di bagian tengahnya dan ujungujungnya dibiarkan bebas maka secara umum balok tersebut akan melengkung dan timbul tegangan-tegangan tekan (*tension*) dan tegangantegangan tarik (*compression*). Dalam hal demikian ini tegangan tekan maksimum berada di bagian alasannya dan tegangan tersebut mencapai harga nol disebut sumbu netral (*neutral axis*). Di dekat sumbu netral ini tegangan geser (*shearing stress*) mencapai harga terbesar. Bila badan kapal mengalami kelengkungan demikian ini maka kapal dikatakan dalam keadaan 'hogging'.

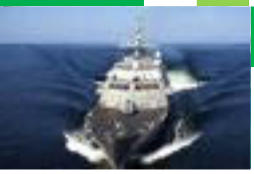
Di lain pihak, bila ujung-ujung balok mendapatkan tumpuan sedangkan tengahnya bebas maka balok itupun akan melengkung, tetapi dalam keadaan ini tegangan tekan yang terbesar berada di bagian atas sedangkan tegangan tarik terbesar berada di bagian bawah. Kelengkapan demikian ini juga dialami oleh badan kapal dan badan kapal dikatakan dalam keadaan 'sagging'.

Kelengkungan-kelengkungan demikian itu merupakan kelengkungan-kelengkungan umum yang dialami badan kapal *(General longitudinal bending of the hull/ship).* Tegangan-tegangan yang timbul sebagaimana disebutkan di atas disebut tegangan-tegangan longitudinal/ memanjang *(longitudinal bending stresses)*; dari sini dikenal pula momen lengkung longitudinal *(longitudinal bending moments).*

Dalam kedudukannya di air, kapal cenderung mengalami hogging dan sagging, baik karena muatan atau beban-beban statis yang ada di dalamnya maupun kaena gelombang-gelombang yang dilaluinya.

Distribusi beban sepanjang badan kapal pada hakekatnya ditentukan, oleh muatan yang ada di dalamnya dan oleh gaya tekan air ke atas yang bekerja pada badan kapal itu. Pembagian beban yang tidak merata sepanjang badan kapal akan menyebabkan badan kapal mengalami lengkung longitudinal.

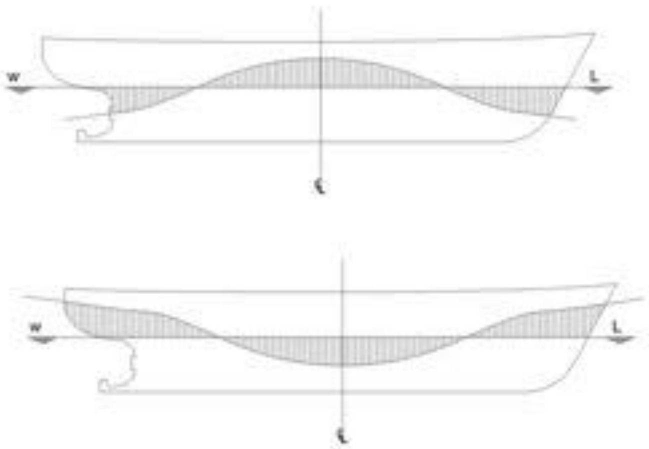
Di air tenang *(still water),* lengkungan longitudinal, dipandang menurut arah lengkungannya *(hogging atau magging),* boleh dikatakan hanya dipengaruhi oleh penempatan muatan di dalam badan kapal itu sendiri; yaitu hogging akan terjadi apabila massa muatan yang berada di bagian ujung-ujung badan kapal lebih besar daripada massa muatan yang berada di bagian tengah badan kapal. Sebaliknya *sangging* akan terjadi



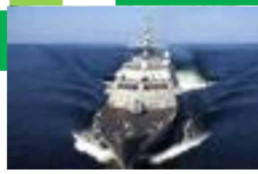
bila massa muatan yang berada di bagian tengah badan kapal lebih besar daripada massa muatan yang berada di bagian ujung-ujung badan kapal.

Di lain pihak, dalam operasinya di laut, terutama pada waktu berlayar, secara umum kapal akan lebih sering melalui daerah yang bergelombang daripada daerah yang tenang, sehingga badan kapaldapat dipastikan akan selalu mengalami gerakan angguk *(pitching)* selama pelayarannya, terutama bila menentang gelombang atau mengikuti gelombang dengan panjang gelombang yang secara global dianggap sama dengan panjang kapal. Selama pelayaran, distribusi pembebanan sepanjang badan kapal dari muatan yang dibawanya boleh dikatakan tidak mengalami perubahan, tetapi distribusi pembebanan dari gaya tekan air ke atas akan selalu berubah-ubah dari gelombang ke gelombang yang dilalui, sehingga resultante beban yang bekerja pada badan kapal akan selalu berubah selama kapal dalam pelayarannya. Dengan kata lain distribusi beban sepanjang badan kapal akan selalu berubah / mengalami perubahan dari waktu ke waktu selama kapal dalam operasinya di laut, sehingga kapal akan selalu mengalami lengkung longitudinal yang selalu berubah pula, baik arah maupun besarnya yang semua itu tergantung pada kondisi pemuatan (ballast, penuh, dsb.), kondisi laut dan posisi kapal terhadap gerakan gelombang.

Hogging terbesar akan terjadi bila bagian tengah badan kapal berada pada posisi di atas puncak gelombang (*crest)*, sedangkan sagging terbesar bila bagian tengah kapal berada pada posisi di atas lembah gelombang *(trough).*



Gambar 3.6 Sagging



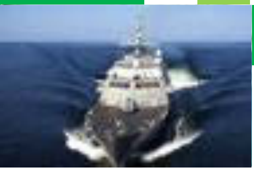
Efek-efek dinamios dari gelombang demikian itu tidak hanya berpengaruh pada letak distribusi pembebanan tetapi juga menimbulkan pembebanan tambahan pada badan kapal dan tidak hanya dipengaruhi oleh gerakan angguk *(pitching),* tetapi juga dengan *(rolling)* dan gerakan naik-turun *(heaving).* Masalah terlalu kompleks untuk disinggung lebih lanjut disini. Singkatnya, lengkungan longitudinal dibebankan dalam dua macam; yaitu lengkungan longitudinal di air tenang *(still water longitudinal bending)* dan lengkungan longitudinal di perairan bergelombang *(wave longitudinal bending);* dan kekuatan memanjang badan kapal diartikan sebagai kemampuan konstruksi badan kapal dalam menerima beban-beban lengkung longitudinal demikian itu.

Beban-beban lengkung longitudinal demikian itu merupakan salah satu faktor utama yang harus diperhitungkan dalam perencanaan kapal, terutama kapal-kapal besar, karena, sebagaimana telah dijelaskan, selama operasinya di laut dpat dipastikan bahwa kapal akan selalu mengalami hogging dan sagging yang silih berganti, dan ini akan merusakkan konstruksi kapal, yang berarti membahayakan keselamatan kapal itu sendiri, jika konstruksi kapal tidak direncanakan untuk mampu menahan beban-beban tersebut.

Sebagaimana telah dijelaskan, beban-beban lengkung longitudinal yang terbesar berada di bagian tengah kapal (midship). Oleh karena itu peraturan klasifikasi pada umumnya menitik beratkan ketentuan-ketentuan untuk ukuran-ukuran bagian-bagian konstruksi yang barada di daerah tengah kapal (umumnya di sepanjang sekitar 0,4 L sampai 0,7 L, tergantung elemen konstruksi yang ditinjau), disamping pula beban-beban dari tegangan geser yang timbul penguatan khusus diujung-ujung (berkisar antara 0,05 L sampai 0,25 L dari ujung-ujung).

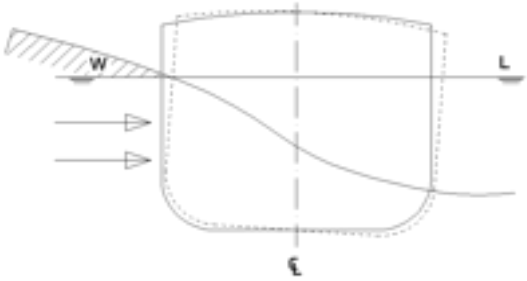
b. Racking

Tegangan-tegangan ini bekerja terutama pada pojok-pojok badan kapal (lutut bilga dan lutut-lutut balok geladak) sebagai akibat pukulan gelobang pada sisi kapal, atau pada saat kapal mengalami oleng (rolling). Dalam hal demikian ini badan kapal akan terpuntir, sehingga kulit kapal akan mengalami tegangan puntir.



c. Efek Tekanan Air (Effect of Water Pressure)

Tekanan air cenderung mendesak kulit sisi dan alas kapal ke dalam.

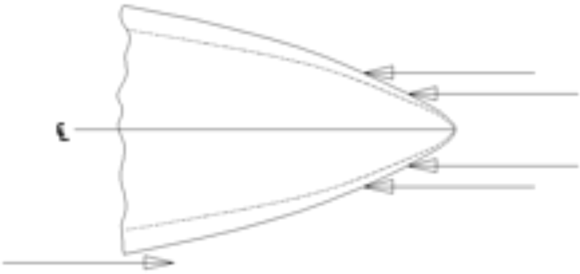


Gambar 3.7 *Racking*

d. Panting

Panting, dalam kaitannya dengan konstruksi kapal, diartikan sebagai gerakan keluar-masuk (kembang-kempisnya) sisi-sisi kapal yang berada di ujung-ujung sebagai akibat silih bergantinya tekanan air yang diterima oleh sisi-sisi kapal tersebut.

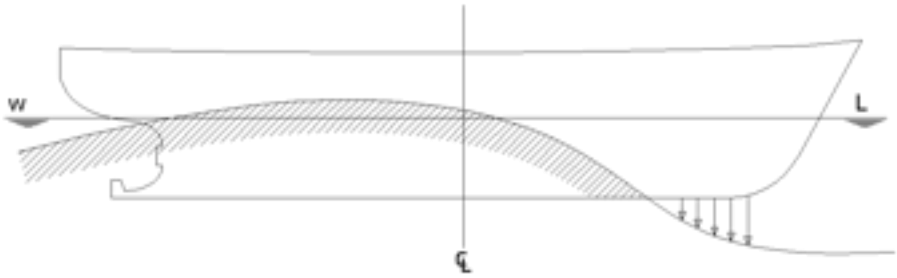
Pada waktu mengalami gerakan angguk *(pitching)*, bagian depan badan kapal, demikian juga bagian belakang, akan mengalami keadaan dimana pada satu saat terangkat dari atas permukaan air dan saat berikutnya masuk kembali ke dalam air. Dengan demikian maka sisi-sisi kapal di daerah tersebut pada satu saat tidak mendapatkan tekanan air dan saat berikutnya menerima tekanan air. Hal ini akan menimbulkan tegangantegangan pada sisi-sisi kapal tersebut, dan dinamakan tegangan-tegangan panting *(panting stresses).*



Gambar 3.8 *Panting*

e. Pounding / slamming

Pada saat mengalami gerakan anggukan *(pitching*) sebagaimana disebutkan di atas, maka dalam gerakannya kembali ke dalam air bagian alas kapal di ujung depan akan menepuk permukaan air sebelum masuk kembali ke dalam air. Hal ini akan menimbulkan tegangan-tegangan yang akan dialami oleh alas kapal di daerah depan.



Gambar 3.9 *Pounding / Slamming*

f. Massa setempat

Beban-beban yang ditimbulkan oleh barang-barang berat yang ditempatkan pada bagian-bagian tertentu di dalam / pada badan kapal, seperti misalnya mesin-mesin, peralatan bongkar muat, muatan, dsb.

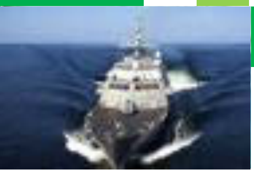
g. Getaran

Getaran-getaran yang ditimbulkan oleh mesin-mesin, baling-baling dan sebagainya akan cenderung menimbulkan beban-beban di daerah buritan.

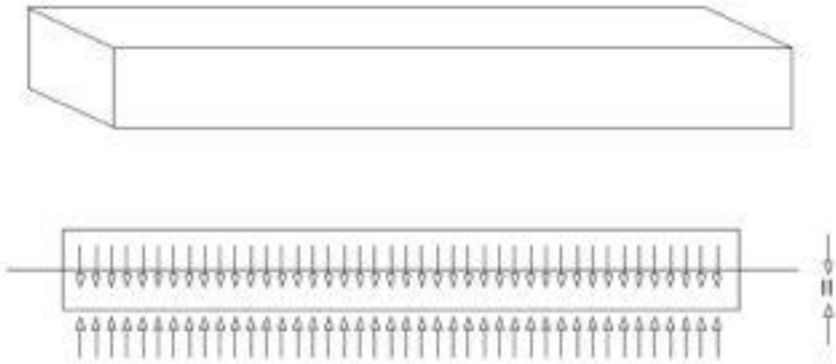
4. Kekuatan Kapal

Untuk mengetahui kekuatan kontsruksi memanjang suatu kapal, Dengan asumsi bahwa kapal tersebut adalah sebuah balok yang terapung di air.

Pertama-tama diambil sebuah balok tersebut dibuat dari bahan yang homogen sehingga setiap potongan memanjang balok mempunyai berat yang sama. Balok ini kemudian dicelupkan ke air dan air akan memberikan tekanan ke atas. Karena penampang balok adalah sama untuk seluruh panjang balok, setiap potongan memanjang balok akan mendapatkan tekanan ke atas yang

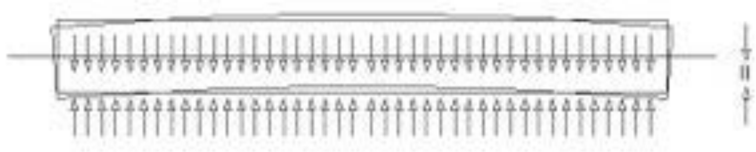


sama. Jadi, berat dan tekanan ke atas setiap potongan memanjang balok adalah sama sehingga balok tidak akan mengalami lengkungan (Gambar 9).



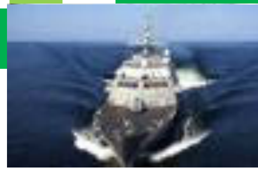
Gambar 3.10 *kekuatan kapal*

Kemudian diambil balok dengan ukuran seperti di atas, tetapi bahan dari balok tersebut tidak homogen. Berat untuk ¼ bagian di ujung-ujungnya dibuat mempunyai kerapatan yang lebih besar daripada kerapatan ½ bagian yang di-tengah. Jadi berat setiap potongan memanjang untuk seluruh balok tidak sama, yaitu untuk ¼ bagian di ujung-ujungnya sama dan ½ bagian yang ditengah lebih kecil daripada di ujung. Karena ukuran penampang balok tetap sama bila dicelupkan dalam air, tekanan ke atas yang diberikan oleh air untuk setiap potongan memanjang balok adalah sama. Jadi antara berat dan tekanan ke atas untuk setiap potongan memanjang balok tidak sama lagi dan hal ini akan menimbulkan lengkungan pada balok. (Gambar 9.9.

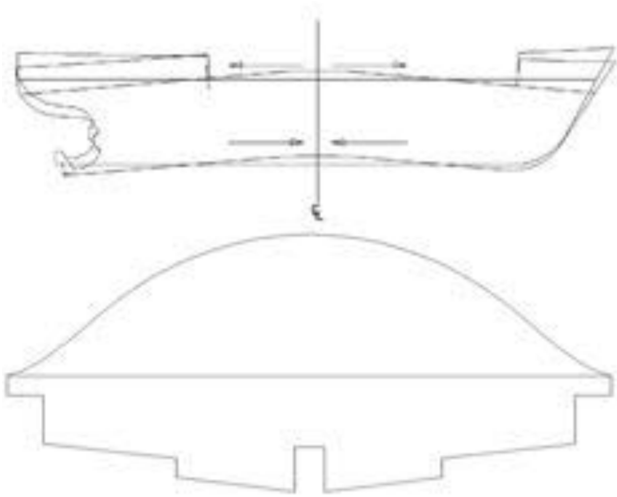


Gambar 3.11 *lengkungan balok*

Pada gambar di atas berlaku hukum Archimedes, yang menjelaskan bahwa berat balok sama dengan harga tekanan ke atas air ($P = \rho.gv$)

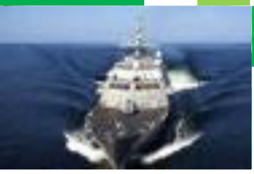


Bila dikaitkan dengan sebuah kapal, hal tersebut akan nyata sekali. Kapal secara keseluruhan, dari depan sampai belakang merupakan benda yang tidak homogen dan pembagian berat kapal tidak teratur untuk seluruh panjang kapal, baik beratnya sendiri maupun muatannya. Karena kapal juga terapung di air, kapal juga akan mendapat tekanan ke atas dari air. Karena bentuk bagian bawah kapal tercelup air dan penampang untuk seluruh panjang kapal itu tidak sama, maka tekanan ke atasnya juga tidak sama dan biasanya membentuk suatu kurva seperti pada gambar 9.9.



Gambar 3.12 ***Penampang Memanjang Kapal dan Kurva***

Karena berat kapal dan tekanan ke atas untuk setiap potongan memanjang tid-ak sama, lengkungan kapal atau bending pada kapal akan selalu terjadi, hanya besar kecilnya sangat bergantung kepada pembagian beat dan tekanan ke atas dalam arah memanjang kapal. Karena lengkungan yang terjadi di sekitar tengah kapal tersebut adalah yang terbesar, konstruksi sekitar tengah kapal harus kuat supaya dapat menahan lengkungan. Untuk itu, diperlukan konstruksi yang kuat pada arah memanjang, khususnya untuk daerah geladak dan alas. Konstruksi yang dapat menambah kekuatan memanjang kapal pada geladak antara lain pembujur geladak, penumpu, dan pelat geladak. Untuk konstruksi alas antara lain : penumpu, pembujur alas, pelat alas, dan lunas.



3.4.3. Rangkuman

Bahan dan profil Baja untuk membangun suatu kapal pada umumnya dibagi menjadi dua bagian besar, yaitu

- Baja bangunan kapal biasa bangunan kapal dengan tegangan tinggi.
- Baja kapal biasa digunakan pada konstruksi kapal yang dianjurkan

Berdasarkan ketebalan, pelat dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu

- pelat tipis dengan ketebalan 3 mm sampai 5 mm sampai 25 mm
- pelat tebal dengan ketebalan 25 mm sampai 60 mm.
- Ukuran luas pelat yang paling banyak dijual adalah 1.500 mm x 6.000 mm dan 1.200 x 2.400 mm.

Beban Yang Diterima Badan Kapal

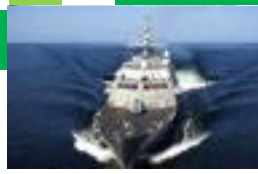
- Beban Lengkung Longitudinal *(Hogging dan Sagging)*
- Racking
- Panting
- Pounding / slamming
- Massa setempat
- Getaran
- Kekuatan Kapal

3.4.4. Tugas

Buatlah ringkasan terkait dengan elemen konstruksi kapal

3.4.5. Tes Formatif

1. Sebutkan beban Yang Diterima Badan Kapal !



3.4.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Beban Yang Diterima Badan Kapal

- Beban Lengkung Longitudinal *(Hogging dan Sagging)*
- Racking
- Panting
- Pounding / slamming
- Massa setempat
- Getaran Kekuatan Kapal

3.4.7. Lembar Kerja siswa

Buatlah makalah tentang elemen konstruksi kapal



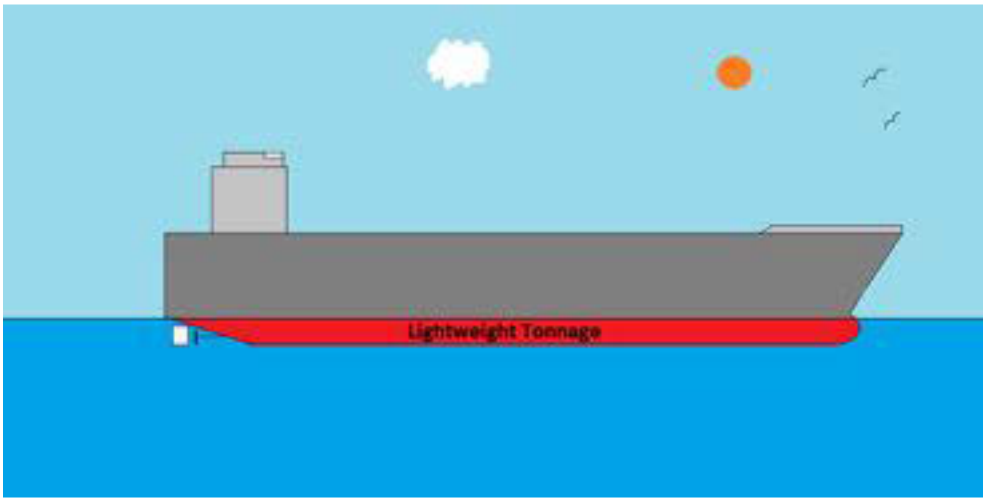
Bab 4

VOLUME DAN BERAT KAPAL

4.1. Kegiatan Pembelajaran : *Volume dan berat kapal*

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan volume dan berat kapal

Gambar



http://www.themaritimesite.com/wp-content/uploads/2011/05/Lightweight-Tonnage.png

4.1.1. Tujuan Pembelajaran

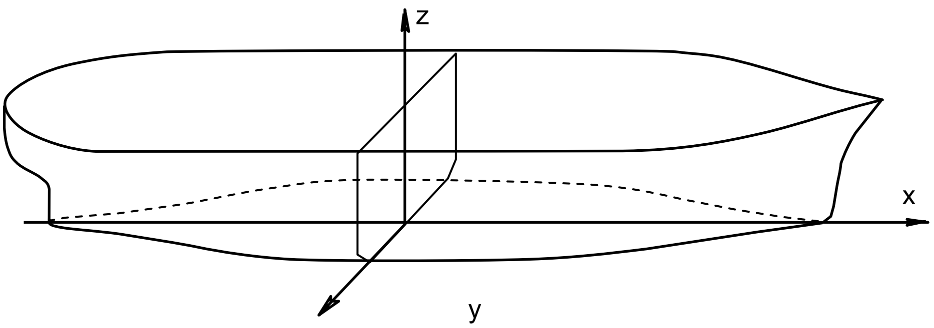
Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang volume kapal.



4.1.2. Uraian Materi

Semua koefisien, luas, titik berat luasan, volume, titik berat volume dan lain-lain berubah harganya menurut sarat kapal. Padahal harga-harga tersebut dibutuhkan untuk berbagai keperluan. Maka dibuat suatu diagram yang menunjukkan harga-harga tersebut sebagai fungsi sarat: kurva hidrostatik.

Sistem sumbu:



Gambar4.1 Sistem sumbu pada kapal

Gambar sistem sumbu

- sumbu X pada perpotongan bidang dasar dengan bidang tengah bujur, positif ke arah haluan kapal
- sumbu Y pada perpotongan bidang dasar dengan bidang tengah lintang, positif ke arah lambung kiri
- sumbu Z pada perpotongan bidang tengah bujur dengan bidang tengah lintang, positif ke arah atas

Kedudukan kapal: tidak trim, tidak oleng.

1. Luas garis air WPA
2. titik berat garis air LCF



3. TPC
4. WSA
5. Volume kulit
6. Luas gading besar
7. Kurva Bonjean
8. displasemen moulded (volume)
9. displasemen moulded ditambah displasemen kulit (volume & gaya di air tawar)
10. displasemen moulded ditambah displasemen kulit (volume & gaya di air laut)
11. tinggi titik apung KB
12. letak memanjang titik apung LCB
13. Koefisien blok
14. koefisien prismatic
15. Koefisien prismatic
16. koefisien gading besar
17. LBM
18. TBM
19. MTC
20. DDT

A. <u>Isi Karene</u>

Karene adalah bentuk badan kapal yang ada di bawah permukaan air. Dengan catatan, bahwa tabel kulit, lunas sayap, daun kemudi, baling – baling dan lain – lain perlengkapan kapal yang terendam di bawah permukaan air tidak termasuk Karene.

Isi karene adalah volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air (tidak termasuk volume kulit dan lain – lain). Isi Karene (V) = L . B . T . Cb, dimana Dimana :

L = Panjang Karene (m) B = Lebar Karene (m) T = Sarat Karene (m)

Cb = Koefisien balok (m)



B. <u>Displacement</u>

Displacement adalah berat dari karene

D = V . δ

D = L . B . T . CB . δ ….. (Ton), dimana Dimana :

L = Panjang Kapa (m) B = Lebar Kapal (m) T = Sarat kapal (m) δ= Massa jenis air laut = 1,025 ton / m^3.

C. <u>Pemindahan Air (Vs).</u>

Yang disebut pemindahan air adalah volume dari air yang dipindahkan oleh badan kapal, termasukkulit lambung kapal, lunas sayap (bilge keel), kemudi (rudder), baling – baling (propeller) dan lain – lain perlengkapan yang ada di bawah garis air.

Vs = V . C dimana :

C = Koefisien tambahan.

Kapal yang terendam di bawah permukaan air, volume dari kulit lambung kapal diperkirakan akan sebesar 6 % dari Isi Karene, sedangkan volume dari lunas sayap, kemudi baling – baling dan perlengkapan lain yang ada di bawah garis air adalah 0,075 % - 0,15 % dari Isi Karene, sehingga.

Vs = (1,00675 – 1,00750)V.

Untuk kapal kayu (kapal yang di buat dari bahan kayu)

Vs = (1,00750 – 1,015)V.



D. <u>Berat Pemindahan Air (W).</u>

Berat pemindahan air adalah berat air yang dipindahkan oleh badan secara keseluruhan yang ada di bawah garis air. Kalau massa jenis air dinyatakan dengan δ, maka.

$$W = Vs \,.\, \delta$$

$$W = L \,.\, B \,.\, T \,.\, Cb \,.\, \delta \,.\, C$$

Hukum Archimedes mengatakan bahwa setiap benda yang dimasukkan ke dalam air, benda tersebut mendapat gaya tekan ke atas seberat zat cair yang dipindahkan oleh benda tersebut jadi $W = \delta \,.\, Vs$

Demikian pula halnya dengan sebuah kapal yang terapung di air akan mendapat gaya tekan ke atas sebesar berat air yang dipindahkan oleh badan kapal tersebut.

$$W = L \,.\, B \,.\, T \,.\, Cb \,.\, \delta \,.\, C$$

Dalam hal ini berat kapal (W) = berat kapal kosong ditambah dengan bobot mati (dead weight) atau dapat dituliskan.

W = Dwt + Berat Kapal Kosong.

Selanjutnya harus diingat bahwa gaya berat dari kapal bekerja dalam arah vertical kebawah, sedangkan displacement yang merupakan gaya tekan keatas bekerja dalam arah vertical ke atas. Notasi yang digunakan.

Displacement (Δ) = $L \,.\, B \,.\, T \,.\, Cb \,.\, \delta \,.\, C$

Volume of Displacement (▼) = $L \,.\, B \,.\, T \,.\, Cb \,.\, C$



E. Bobot Mati (Dead Weight).

Bobot mati adalah daya angkut dari sebuah kapal dimana di dalamnya termasuk berat muatan, berat bahan bakar, berat minyak lunas, berat air minum, berat bahan makanan, berat crew kapal dan penumpang serta barang yang dibawanya. Di dalam Dwt (dead weight) prosentase berat yang paling besar adalah berat muatan yaitu ± (70 ~ 85) %.

Berat bahan bakar adalah jumlah berat bahan bakar yang dipakai dalam pelayaran. Jumlahnya tergantung dari besarnya PK mesin, kecepatan kapal itu sendiri dan jarak pelayaran yang ditempuh.

Kecepatan yang digunakan dalam hal ini adalah kecepatan dinas yaitu kecepatan rata – rata yang dipakai dalam dinas pelayaran sebuah kapal dan dinyatakan dalam knot, dimana 1 Knot = 1mil laut / jam.

= 1852 m / jam.

= 0,5144 m / detik.

Kecepatan percobaan adalah kecepatan terbesar yang dapat dicapai kapal dalam pelayaran percobaannya. Berat minyak lumas berkisar (2 ~ 4) % dari berat bahan bakar yang dipakai. Pemakaian air tawar diperkirakan (100 ~ 150) Kg / orang per hari (untuk minum dan keperluan sanitasi). Bahan makanan antara 5 kg / orang / hari.

Berat crew dan penumpang serta barang perlengkapan yang di bawanya diperkirakan (150 ~ 200) kg / orang.

F. Berat Kapal Kosong. (Light Weight)

Berat kapal kosong umumnya dibagi 3 bagian besar seperti berikut :

1. Berat baja badan kapal (berat karpus), yaitu berat badan kapal, bangunan atas (*superstructure*) dan perumahan geladak (*deck house*).
2. Berat peralatan, yaitu berat dari seluruh peralatan antara lain jangkar, rantai jangkar, mesin jangkar, tali temali, capstan, mesin kemudi, mesin winch, derrick boom, mast, ventilasi, alat – alat navigasi, life boat, davit, perlengkapan dan peralatan dalam kamar – kamar dan lain – lain.



3. Berat mesin penggerak beserta instalasi pembantunya, yaitu adalah berat motor induk, berat motor bantu, berat ketel, berat pompa – pompa, berat compressor, separator, berat botol angin, cooler, intermediate shaft, propeller, shaft propeller, bantalan – bantalan poros, reduction gear dan keseluruhan peralatan yang ada di kamar mesin.

G. Volume Ruang Muat.

Ruang muat di dalam kapal barang biasanya dibedakan dalam tiga bagian ruangan yaitu :

- Ruang muatan cair *(Liquid cargo tank)*
- Ruang muatan dingin *(Refrigerated cargo hold*)
- Ruang muatan kering *(Dry cargo hold)*

Volume atau kapasitas ruang muatan kering pada umumnya dibedakan dalam 3 macam muatan yaitu :

- Gross cargo capacity, yaitu kapasitas ruang muat yang direncanakan jadi tidak termasuk pengurangan konstruksi gading – gading (Frame).
- Grain cargo capacity, yaitu kapasitas ruang muatan biji – bijian atau tanpa pembungkusan tertentu.
- Bale cargo capacity, yaitu kapasitas ruang muatan dalam pembungkusan tertentu misalnya dalam karung, kotak, derum dan lain – lain.

Pada umumnya harga grain cargo capacity lebih besar dibandingkan dengan bale cargo capacity. Volume ruang muatan (kapasitas ruang muatan) sangat tergantung pada jenis barang / muatan yang diangkut. Dengan perkataan lain hal ini tergantung pada spesifikasi volume atau stowage factor jenis barang yang diangkut. Spesifikasi volume adalah besarnya ruangan dalam m^3 atau ft^3 yang diperlukan untuk menyimpan suatu jenis barang tertentu seberat 1 metric ton atau 1 long ton.

Kapal barang normal pada umumnya mempunyai harga spesifikasi volume antara 1,30 ~ 1,70 m^3 / ton.



Sekedar contoh berikut ini diberikan daftar stowage factor yaitu ruangan yang diperlukan untuk setiap ton muatan dengan pembungkus tertentu, dinyatakan dalam m³ / ton.

TABEL 4.1 Daftar Stowage Faktor

Jenis barang	Stowage factor	Cara pembungkusan nya	Jenis barang	Stowage factor	Cara pembungkus annya
Anggur	1,5	Kotak	Kopi	1,7 - 2,5	Karung
Apel	2,5	Kotak	Kopia	2,1 - 1,5	Karung
Beras	1,4	Karung	Pupuk	0,8	Zak
Barang-barang di dalam kaleng.	1,35 - 1,4	Kotak	Semen	0,9	Zak
Jagung	1,5	Karung	Teh	2,8 - 3,3	Peti
Gandum	1,4	Karung	Temba	3,3	Bal
Garam	1,1 – 1,6	Karung	Tepun g	1,4	Zak
Gula	1,3 – 1,4	Karung	Cat	1,0	Kaleng
Jute	1,8 – 3,1	Bal	Bier	1,66	Barrel
Kapas	1,5 – 2,4	Bal	Wool di pres	3,0	Bal
Kapok	7,6	Bal	-	-	-
Kacang	1,6	Karung	-	-	-

Khusus untuk muatan biji-bijian (Curah) tambang dan biji tumbuhan mempu-nyai harga spesifik volume sebagai berikut :

Jenis Muatan

Biji Besi : 0,80

Biji Phosphat : 0,85 – 0,9

Biji Batubara : 1,20– 1,30



Biji Nekel	: 0,80
Biji Gandum	: 1,24
Biji Cokes	: 2,45
Biji Mangaan	: 0,60
Biji Barley	: 1,44
Biji Belerang	: 0,80
Biji Tembaga	: 0,4 – 0,6
Biji Oats	: 2,0

H. TONASE (TONNAGE)

Sebagai alat angkut yang dipergunakan dalam kegiatan ekonomi , maka kapal tersebut tentu dikenakan pajak serta memerlukan biaya sehubungan dengan kegiatan, Bahwa makin besar sebuah kapal, akan makn besar pula pajak serta ongkos yang harus dikeluarkannya. Sebagaimana diketahui, pertambahan besar kapal sangat bervariasi baik terhadap panjang, lebar maupun tingginya. Besarnya panjang kapal dan lebar kapal belum dapat dipakai sebagai pedoman untuk menunjukkan besarnya kapal. Sebab ukuran besarnya kapal adalah persoalan kapasitas muat (Carrying capacity). Oleh karena itu dalam menentukan pajak, berlaku suatu pedoman bahwa besarnya pajak yang dikenakan pada sebuah kapal haruslah sebanding dengan kemampuan kapal tersebut untuk menghasilkan (Potensial earning capacity).

Atas dasar pemikiran ini, karena tonase kapal dianggap dapat menggambarkan potensial earning capacity sebuah kapal, maka besar pajak yang dikenakan pada suatu kapal dapat didasarkan atas besarnya tonasenya.

Dalam perkembangan selanjutnya bukan saja pajak pelabuhan atas besarnya tonase melainkan ongkos pengedokan, penundaan serta beberapa persyaratan keselamatan pelayaran didasarkan pula atas besarnya tonnage.



Dapat disimpulkan gunanya tonnage adalah :

a. Untuk menunjukkan ukuran besarnya kapal yaitu kapasitas muatnya.
b. Bagi pemerintah adalah untuk dasar pegangan dalam memungut pajak diantaranya adalah pajak pelabuhan sebagai imbalan atas pelayanan (Service) yang telah diterima kapal.
c. Bagi pemilik kapal adalah untuk memperkirakan pendapatan maupun pengeluaran (pajak dan ongkos) yang harus dikeluarkan pada waktu tertentu.
d. Tonase dipergunakan sebagai batasan terhadap berlakunya syarat – syarat keselamatan kapal ataupun beberapa syarat lain.
e. Digalangan kapal, tonnage digunakan sebagai pedoman dalam menetapkan tarif docking dan reparasi kapal.

4.1.3. Rangkuman

Semua koefisien, luas, titik berat luasan, volume, titik berat volume dan lain-lain berubah harganya menurut sarat kapal. Padahal harga-harga tersebut dibutuhkan untuk berbagai keperluan. Maka dibuat suatu diagram yang menunjukkan harga-harga tersebut sebagai fungsi sarat: kurva hidrostatik.

4.1.4. Tugas

Buatlah makalah terkait dengan volume dan berat kapal!

4.1.5. Tes Formatif

Jelaskan terkait dengan 2 macam register tonase yaitu *Brutto Register Tonnage* (BRT) dan *Netto Register Tonnage* (NRT)



4.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

Brutto Register Tonnage (BRT) sama dengan *Gross Tonnage* (GT), sama dengan isi kotor adalah volume total dari semua ruanganruangan tertutup dalam kapal dikurangi dengan volume dari sejumlah ruangan-ruangan tertentu untuk keamanan kapal.

Netto Register Tonnage (NRT), sama dengan *Netto Tonnage* (NT), sama dengan isi bersih, adalah isi kotor dikurangi dengan sisi sejumlah ruangan-ruangan yang berfungsi tidak dapat dipakai untuk mengangkut barang muatan kapal.

4.1.7. Lembar Kerja siswa

Amati kapal menurut berat dan volumenya!



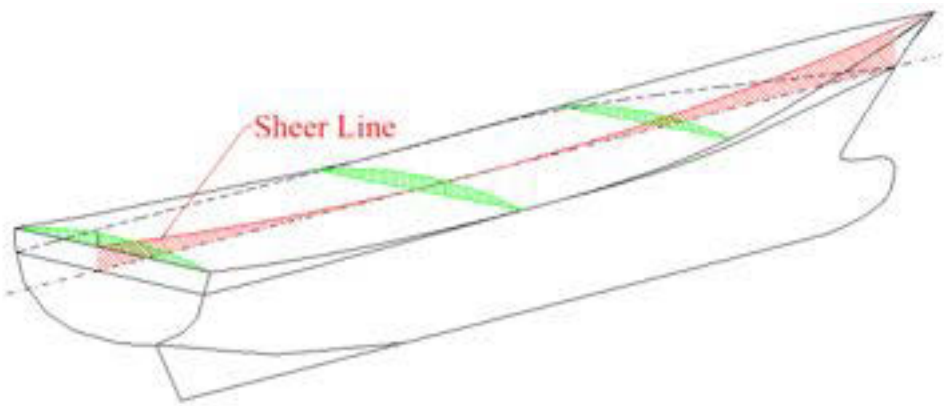
Bab 5

Gambar Rencana Garis Dan Koefisien Bentuk Kapal

5.1. Kegiatan Pembelajaran : Rencana garis

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan ukuran utama kapal

Gambar



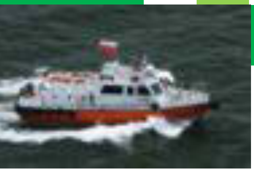
http://www.ittcwiki.org/lib/exe/fetch.php/shipgeometry:sheer_line.png?w=700

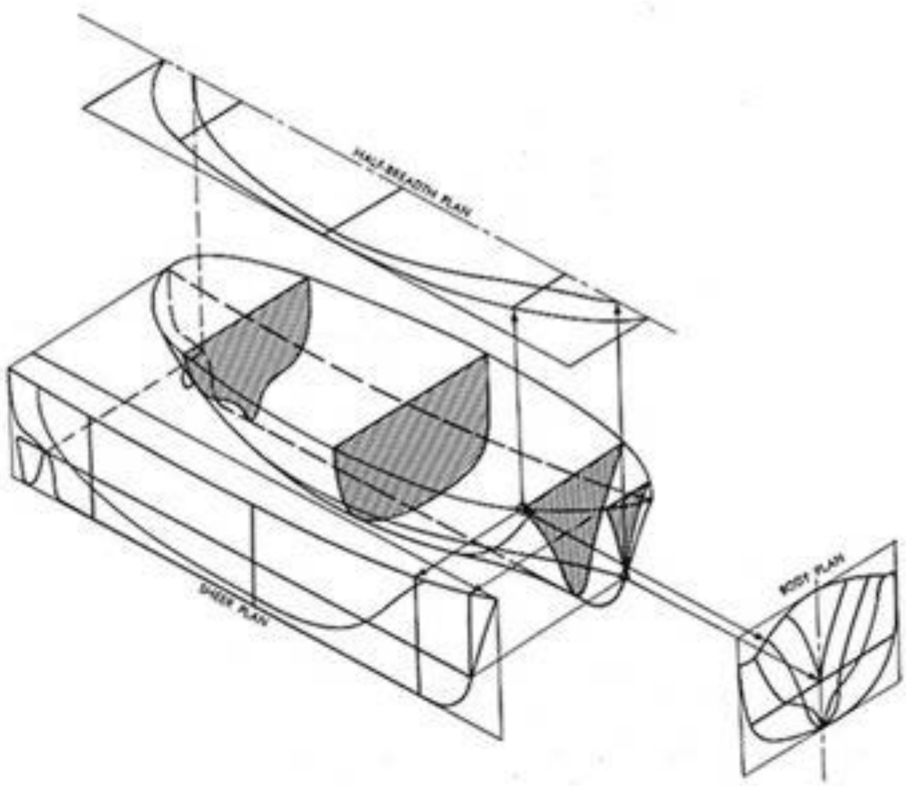
5.1.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang rencana garis kapal

5.1.2. Uraian Materi

Sisi luar lambung kapal berbentuk lengkung pada beberapa kasus terdapat tekukan, penggambaran lambung kapal pada sebidang kertas gambar dinamakan rencana garis (lines plan/ship's lines/lines), bentuk lambung kapal secara umum harus mengikuti kebutuhan daya apung, stabilitas, kecepatan, kekuatan mesin, olah gerak dan yang penting adalah kapal bisa dibangun.



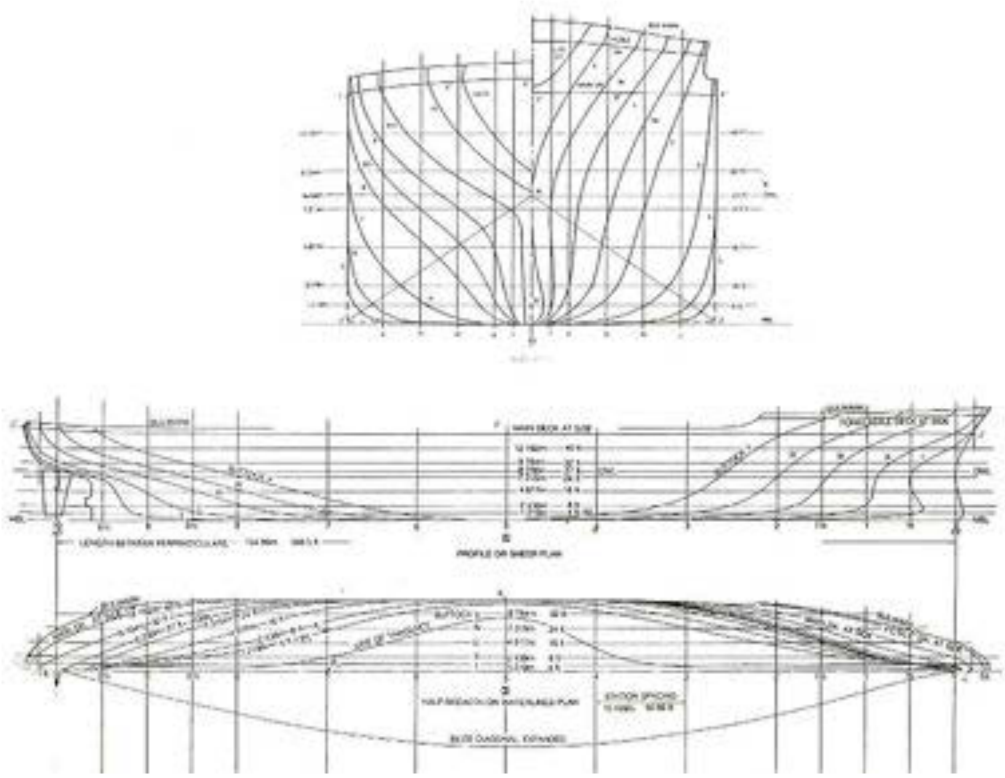


Gambar 5.1 Gambar rencana garis

Gambar Rencana garis (lines plan) terdiri dari proyeksi ortographis/ sikusiku dari interseksi/perpotongan antara permukaan/surface lambung kapal dan tiga set bidang yang saling tegak lurus.

Rencana sheer/Profil/Sheer plan menunjukkan interseksi/perpotongan antara permukaan/surface lambung kapal dengan bidang tengah/ centreplane – sebuah bidang vertical pada garis tengah / centreline kapal – dan bidang tegak/ buttockplane yang sejajar dengannya (centreplane), Interseksi dengan bidang tengah akan menghasilkan profil haluan/bow dan buritan/stern. Rencana sheer/ Sheer plan untuk kapal komersial digambar dengan meletakkan haluan kapal/ bow section pada sisi kanan.



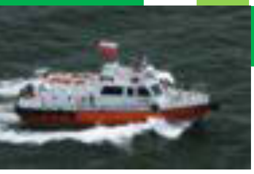


Gambar 5.1 Rencana garis air/Half breadth/Waterlines plan menunjukkan interseksi

permukaan lambung kapal dengan bidang yang sejajar bidang dasar/baseplane horizontal, bidang dasar/baseplane adalah bidang horizontal yang melalui garis dasar/baseline. Interseksi dengan bidang-bidang tersebut akan menghasilkan Rencana garis air/Waterlines plan.

Body plan menunjukkan bentuk dari station/section yang merupakan interseksi antara permukaan lambung kapal dengan bidang yang tegak lurus dengan bidang tegak/buttockplane dan bidang garis air/waterline plane.Pada umumnya penggambaran body plan dibagi 2 sisi kiri dan sisi kanan, sisi kiri untuk setengah bagian belakang dan sisi kanan untuk setengah bagian depan.

Permukaan lambung kapal yang dimaksud diatas adalah permukaan molded/molded surface adalah permukaan yang dibentuk oleh sisi luar gading kapal atau sisi dalam kulit, hal ini berlaku untuk kapal baja, kapal aluminium dan kapal kayu untuk kapal fibreglass/FRP permukaan molded dibentuk oleh sisi luar kulit (lambung kapal).



Kapal kayu mempunyai 2 buah Rencana garis, Rencana garis sisi dalam kulit (inside planking) dan sisi luar kulit (outside planking), rencana garis sisi dalam kulit digunakan untuk membentuk gading dan bagian konstruksi lainnya sedangkan rencana garis sisi luar kulit digunakan untuk menghitung hydrostatic, stabilitas dan tahanan kapal, hal tersebut karena kulit kapal kayu lebih tebal dibanding kulit baja sedang ukuran kapal kayu lebih kecil dibanding kapal baja, sehingga tebal kulit tidak bisa diabaikan dalam perhitungan hydrostatic, stabilitas dan tahanan hal ini berbeda dengan kapal baja. Jumlah station/section pada umumnya 21 buah, antara garis tegak depan dan garis tegak belakang dibagi 20 interval, indentifikasi station dimulai dari AP (station nomor nol) hingga FP (station nomor 20).

Naval arsitektur (Bangunan kapal) memiliki terminologi tersendiri yang berupa simbol atau singkatan kata.

AP After Perpendicular/garis tegak buritan adalah garis tegak yang terletak pada sisi belakang sterpost atau bila tidak ada sternpost, FP terletak pada sumbu poros kemudi.

FP Forward Perpendicular/garis tegak haluan adalah garis tegak vertikal yang melalui interseksi antara garis air muat/garis air perencanaan /DWL dan sisi dalam linggi haluan

LBP Panjang antara garis tegak / Length between perpendicular adalah jarak horizontal antara AP dan FP

LWL Panjang garis air/ Length of water lines adalah jarak horisontal antara FP dan interseksi antara sisi dalam linggi buritan dan garis air muat/garis air perencanaan /DWL

LOA Panjang keseluruhan/ Length overall adalah panjang kapal yang diukur dari ujung haluan dan ujung buritan pada sisi dalam kulit

Amidship Tengah kapal adalah titik tengah antara garis tegak haluan/FP dan garis tegak buritan/AP

Midship section adalah station/section pada tengah kapal/Amidship

Bmld Lebar kapal/Breadth molded adalah lebar kapal molded yang diukur pada tengah kapal pada sisi luar gading/ sisi dalam kulit

Dmld Tinggi molded/Depth molded adalah jarak vertikal pada amidship yang diukur dari sisi atas Lunas/keel ke sisi bawah pelat geladak pada tepi kapal

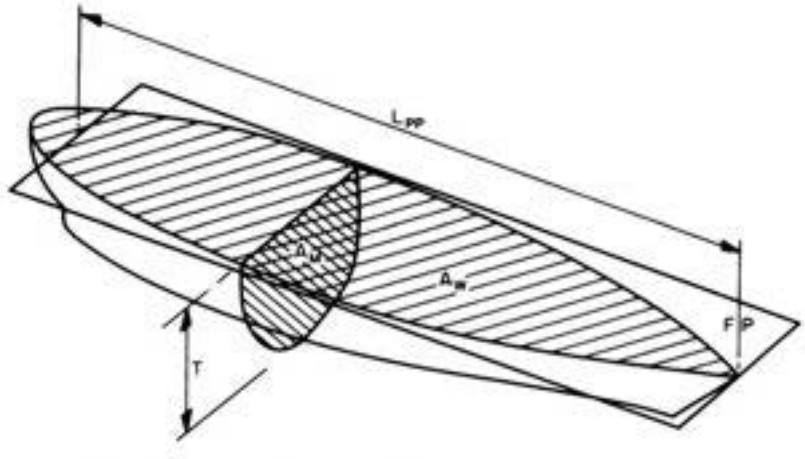
Tmld Sarat molded/Draft molded adalah jarak vertical yang diukur dari sisi atas Lunas/keel ke Garis air/WL



T Sarat/Draft adalah jarak vertical yang diukur dari sisi bawah Lunas/keel ke Garis air/WL

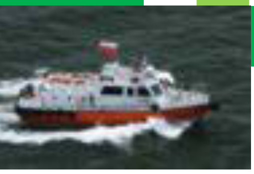
Keel Point Titik lunas adalah titik yang terletak pada tengah kapal/amidship, pada Garis tengah/Centreline dan sisi atas Lunas/keel Molded Base Line adalah garis horizontal yang melalui keel point, garis ini digunakan sebagai garis referensi perhitungan hidrostatik Sheer adalah kelengkungan horizontal geladak kapal, diukur dari perbedaan tinggi berbagai posisi dan tinggi pada tengah kapal, pada umumnya sheer bagian depan lebih tinggi dibanding bagian belakang, desain kapal modern pada saat ini banyak kapal yang tidak memiliki sheer Camber Kelengkungan transversal geladak kapal, diukur dari perbedaan antara tinggi bagian tengah kapal dan tinggi pada sisi kapal Rise of Floor adalah kemiringan pelat dasar kapal diukur secara transversal pada amidship dan Bmld

Gambar



http://3.bp.blogspot.com/-_FUEmJ4OiKY/Tv9WjFIk5gI/AAAAAAAAASk/Ga-5vk3KL8E/s1600/Cp-diag.jpg

Tumble home lengkungan kedalam pada sisi tengah kapal Centreline plane/ Middle line plane, bidang tengah adalah bidang vertical pada garis tengah/ centreline yang membagi kapal secara simetri Water planes bidang garis air adalah bidang yang dibatasi oleh garis air Freeboard lambung bebas adalah jarak vertikal antara garis air yang diijinkan dan sisi atas geladak pada tepi geladak tengah kapal



5.1.3. Rangkuman

Sisi luar lambung kapal berbentuk lengkung pada beberapa kasus terdapat tekukan, penggambaran lambung kapal pada sebidang kertas gambar dinamakan rencana garis (lines plan/ship's lines/lines), bentuk lambung kapal secara umum harus mengikuti kebutuhan daya apung, stabilitas, kecepatan, kekuatan mesin, olah gerak dan yang penting adalah kapal bisa dibangun.

5.1.4. Tugas

Buatlah makalah terkait dengan rencana garis!

5.1.5. Tes Formatif

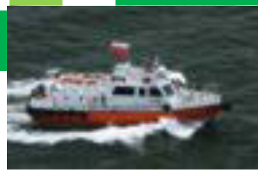
Sebutkan 2 buah rencana garis pada kapal kayu!

5.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

mempunyai 2 buah Rencana garis, Rencana garis sisi dalam kulit (inside planking) dan sisi luar kulit (outside planking),

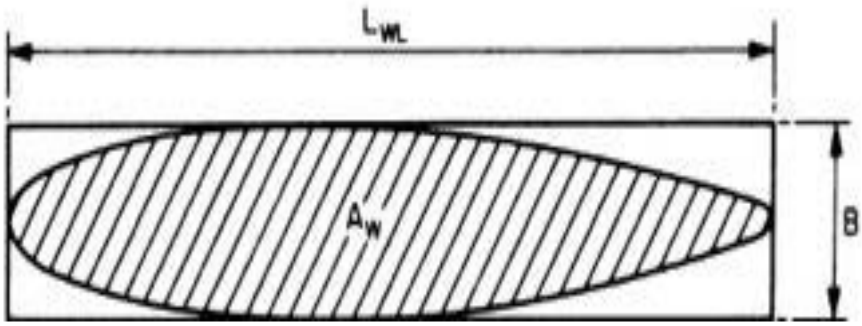
5.1.7. Lembar Kerja siswa

Amati rencana garis pada kapal!



5.2 Kegiatan Pembelajaran : Koefisien bentuk kapal

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan ukuran utama kapal



Gambar 5.2 Koefisien Garis Air

5.2.1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pegamatan tentang koefisiesn bentuk kapal.

5.2.2. Uraian Materi

A. <u>Koefisien Bentuk Kapal.</u>

1. Koefisien garis air (Water Plane area coefficient) dengan notasi Cwl atau α.

Cwl adalah perbandingan antara luas bidang garis air muat (Awl) dengan luas sebuah empat persegi panjang dengan lebar B.

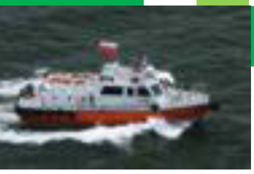
$$Cwl = \frac{Awl}{Lwl} \text{, dimana :}$$

Awl = Luas bidang garis air.

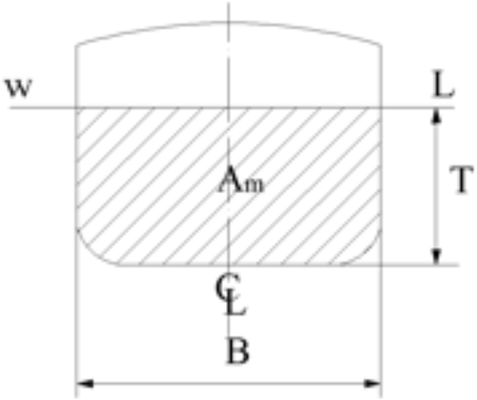
Lwl = Panjang garis air.

B = Lebar kapal (Lebar Garis Air).

Pada umumnya harga Cwl terletak antara 0,70 ~ 0,90



2. Koefisien Gading besar dengan Notasi Cm (Midship Coeficient).

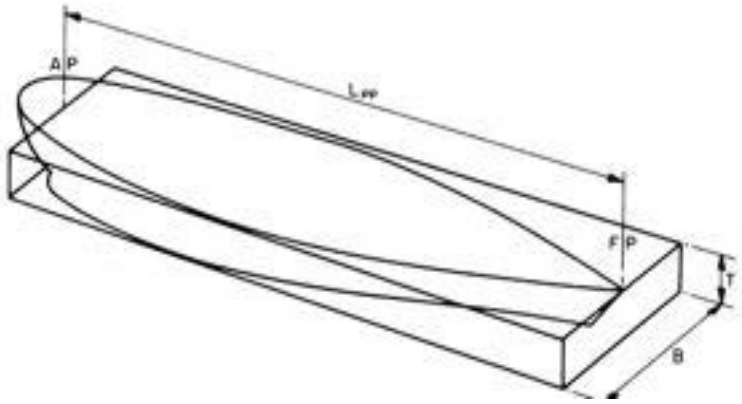


Gambar 5.3 *Koefisien Midship*

Cm adalah perbandingan antara luas penampang gading besar yang terendam air dengan luas suatu penampang yang lebarnya = B dan tingginya = T.

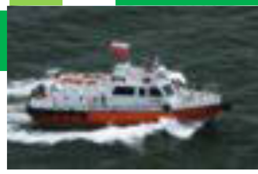
$$Cm = \frac{Am}{B.T}$$

3. **Koefisien Blok (Block Coeficient).**



Gambar 5.4 *Koefisien Prismatik*

Penampang gading besar (midship) yang besar terutama dijumpai pada kapal sungai den kapal – kapal barang sesuai dengan keperluan ruangan muatan



yang besar. Sedang bentuk penampang gading besar yang tajam pada umumnya didapatkan pada kapal tunda sedangkan yang terakhir di dapatkan pada kapal – kapal pedalaman.

Harga Cm terletak antara 0,50 ~ 0,995 dimana harga yang pertama di dapatkan pada kapal tunda sedangkan yang terakhir di dapatkan pada kapal – kapal pedalaman.

Bentuk penampang melintang yang sama pada bagian tengah dari panjang kapal dinamakan dengan ***Paralel Midle Body***.

Koefisien Blok dengan Notasi Cb.

Koefisien blok adalah merupakan perbandingan antara isi karene dengan isi suatu balok dengan panjang = Lwl, lebar = B dan tinggi = T.

$$Cb = \frac{V}{Lwl.B.T}$$

V = Isi karene.

Lw = Panjang garis air.

B = Lebar karene atau lebar kapal.

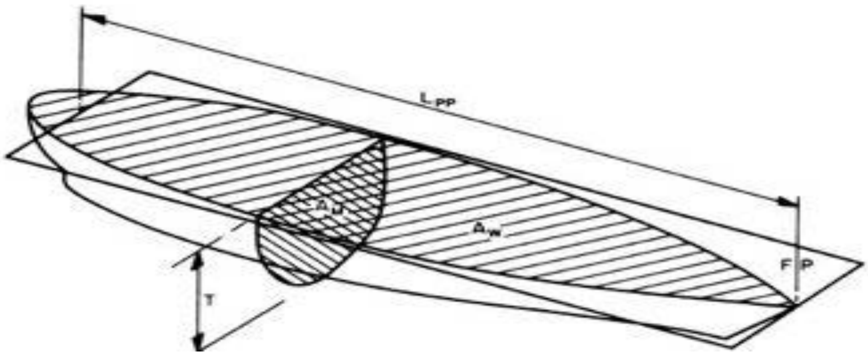
T = Sarat kapal.

Dari harga Cb dapat dilihat apakah badan kapal mempunyai bentuk yang gemuk atau ramping.

Pada umumnya kapal cepat mempunyai harga Cb yang kecil dan sebaliknya kapal – kapal lambat mempunyai harga Cb yang besar.

Harga Cb terletak antara 0,20 ~ 0,84.

4. **Koefisien Prismatik (Prismatik Coefficient)**



Gambar 5.5 *Koefisien Blok*

a. Koefisien Prismatik Memanjang.

(*Longitudinal Prismatic Coeficient*).

Koefisien prismatic memanjang dengan notasi Cp adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air (Isi Karene) dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang midship (Am) dan panjang Lwl

$Cp = \frac{V}{Am.Lwl}$ dimana :

V = Isi Karene.

Am = Luas penampang gading besar (luas midship).

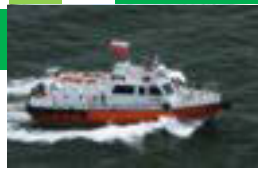
Lwl = Panjang garis air.

Kalau dijabarkan lebih lanjut rumus tersebut menjadi $Cp = \frac{Cb}{Cm}$ Seperti dijabarkan berikut ini.

$$Cp = \frac{V}{Am.Lwl} \text{ .... (1)}$$

$$Cb = \frac{V}{Lwl.B.T}$$

$$V = Lwl.\ B.T.Cb \text{ .... (2)}$$



$$Cm = \frac{Am}{B.T}$$

$$Am = B.T.Cm \text{ .... } (3)$$

Kalau (2) dan (3) dimasukkan pada (1), maka diperoleh :

$$Cp = \frac{Lwl.B.T.Cb}{Lwl.B.T.Cm}$$

$$Cp = \frac{Cb}{Cm}$$

Jadi koefisien prismatik memanjang sama dengan koefisien balok dibagi koefisien midship.

Harga Cp pada umumnya menunjukkan kelangsingan bentuk dari kapal.

Harga Cp yang besar terutama menunjukkan adanya perubahan yang kecil dari bentuk penampang melintang disepanjang panjang Lwl. Pada umumnya kapal mempunyai harga Cp yang terletak antara 0,50 dan 0,92.

b. Koefisien Prismatik Tegak (Vertical Prismatic Coeficient).

Koefisien Prismatik tegak dengan notasi Cpv adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada dibawah permukaan air (Isi Karene) dengan volume sebuah prisma yang berpenampang Awl dengan tinggi = T.

$$Cpv = \frac{V}{Awl.T}$$

V = Isi Karene.

Awl = Luas Penampang garis air.

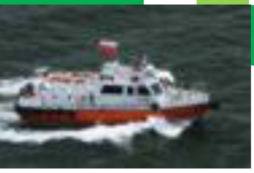
T = Sarat air.

Kalau dijabarkan lebih lanjut dengan mengganti harga *V = Lwl B.T.Cb* dan *Awl = Lwl.B.Cwl*, maka di peroleh

$$\text{Harga : } Cpv = \frac{V}{Awl.T}$$

$$Cpv = \frac{Lwl.B.T.Cb}{Lwl.B.T.Cwl}$$

$$Cpv = \frac{Cb}{Cwl}$$



Perbandingan ukuran utama kapal adalah :

$\frac{L}{B}$; $\frac{L}{H}$; $\frac{B}{T}$ dan $\frac{H}{T}$

Dibawah ini diberikan uraian secara singkat ukuran utama dan pengaruhnya terhadap perencanaan kapal. Panjang kapal (L), terutama mempunyai pengaruh pada kecepatan kapal dan pada kekuatan memanjang kapal.

Perbandingan $\frac{L}{B}$ yang besar terutama sesuai untuk kapal – kapal dengan kecepatan yang tinggi dan mempunyai perbandingan ruangan yang baik, akan tetapi mengurangi kemampuan oleh gerak kapal dan mengurangi pula Stabilitas Kapal.

Perbandingan $\frac{L}{B}$ yang kecil memberikan kemampuan stabilitas yang baik akan tetapi dapat juga menambah tahanan kapal.

Perbandingan $\frac{L}{H}$ terutama mempunyai pengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal.

Untuk harga $\frac{L}{H}$ yang besar akan mengurangi kekuatan memanjang kapal sebaliknya.

Untuk harga $\frac{L}{H}$ yang kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal.

Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) 2004 mensyaratkan sebagai berikut :

$\frac{L}{H}$ = 14 Untuk daerah pelayaran samudra

$\frac{L}{H}$ = 15 Untuk daerah pelayaran pantai

$\frac{L}{H}$ = 17 Untuk daerah pelayaran local

$\frac{L}{H}$ = 18 untuk daerah pelayaran terbatas



Dari ketentuan diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa daerah yang mempunyai gelombang besar atau pengaruh–pengaruh luar lainnya yang lebih besar sebuah kapal mempunya persyaratan

harga perbandingan $\frac{L}{H}$ yang lebih kecil.

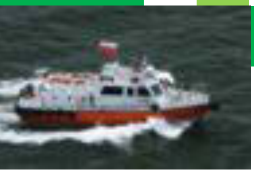
Penyimpangan–penyimpangan dari ketentuan di atas masih dimungkinkan atas dasar bukti perhitungan kekuatan yang dapat di pertanggung jawabkan.
Lebar kapal (B), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi metasentra melintang. Kapal dengan displacement yang sama, yang mempunyai B besar akan memiliki tinggi metasentra (KM) yang lebih besar.

Perbandingan $\frac{B}{T}$, terutama mempunyai pengaruh pada Stabilitas Kapal.

Harga perbandingan $\frac{B}{T}$ yang rendah akan mengurangi Stabilitas Kapal.

Untuk kapal – kapal sungai harga perbandingan $\frac{B}{T}$ dapat di ambil sangat besar, Karena harga T dibatasi oleh kedalaman sungai yang pada umumnya sudah tertentu. Tinggi Dek (H), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi titik berat kapal (KG) atau center of Gravity dan juga pada kekuatan kapal serta ruangan dalam kapal.
Pada umumnya kapal barang mempunyai harga KG sebesar 0,6 H.
Sarat air (T), terutama mempunyai pengaruh pada tinggi Center of Bouyancy (KB).

Perbandingan $\frac{H}{T}$, terutama berhubungan dengan reserve displacement atau daya apung cadangan. Harga $\frac{H}{T}$ yang besar dapat dijumpai pada kapal – kapal penumpang. Harga H – T disebut lambung timbul (Free Board), dimana secara sederhana dapat disebutkan bahwa lambung timbul adalah tinggi tepi dek dari permukaan air.



Daftar koefisien bentuk dan perbandingan ukuran utama

Sebagai gambaran diberikan data – data mengenai koefisien bentuk dan perbandingan ukuran utama dengan tujuan supaya dapat diketahui apakah kapal yang direncanakan mempunyai bentuk dan ukuran yang wajar dan tidak menyimpang dari kebiasaan.

5.2.3. Rangkuman

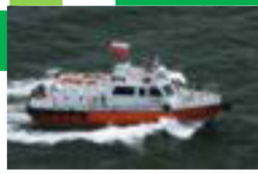
- Koefisien garis air (Water Plane area coefficient)
- Koefisien Gading besar dengan Notasi Cm (Midship Coeficient).
- Koefisienblok (block coeficient)
- KoefisienKoefisien Prismatik (Prismatik Coefficient)
- Koefisien Prismatik Memanjang.
- Koefisien Prismatik Tegak (Vertical Prismatic Coeficient).

5.2.4. Tugas

Buatlah rangkuman terkait dengan koefisien bentuk kapal!

5.2.5. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksuddengan*Paralel Midle Body?*
2. Apa yang dimaksud*Longitudinal Prismatic Coeficient?*
3. Apa yang dimaksudVertical Prismatic Coeficient?



5.2.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. Bentuk penampang melintang yang sama pada bagian tengah dari panjang kapal

2. Koefisien prismatic memanjang dengan notasi Cp adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada di bawah permukaan air (Isi Karene) dengan volume sebuah prisma dengan luas penampang midship (Am) dan panjang Lwl
3. Koefisien Prismatik tegak dengan notasi Cpv adalah perbandingan antara volume badan kapal yang ada dibawah permukaan air (Isi Karene) dengan volume sebuah prisma yang berpenampang Awl dengan tinggi = T.

5.2.7. Lembar Kerja siswa

Amatilah terkait dengan koefisien jenis kapal!

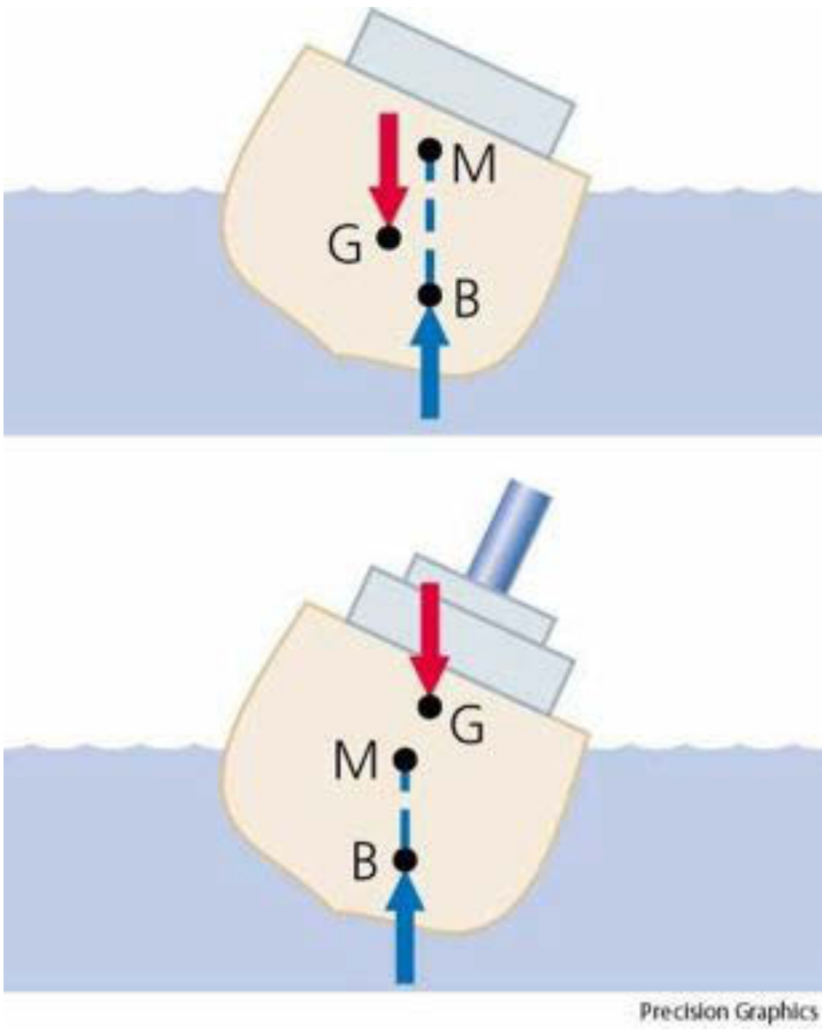


Bab 6

METASENTRA DAN TITIK DALAM BANGUNAN KAPAL

6.1 Kegiatan Pembelajaran : metasentra dan titik dalam bangunan kapal

Amati gambar berikut ini kemudian diskusikan terkait dengan metasentra dan titik dalam bangunan kapal

Gambar
 http://images.yourdictionary.com/images/3907.16.metacenter.jpg



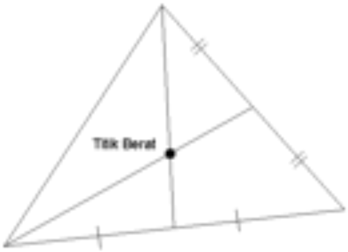
6.1.1 Tujuan Pembelajaran

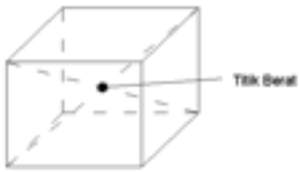
Setelah mempelajari materi ini siswa diharapkan dapat memahami dan menyajikan data hasil pengamatan terkait dengan metasentra

6.1.2. Uraian Materi

A. Titik Berat (Centre Of Gravity)

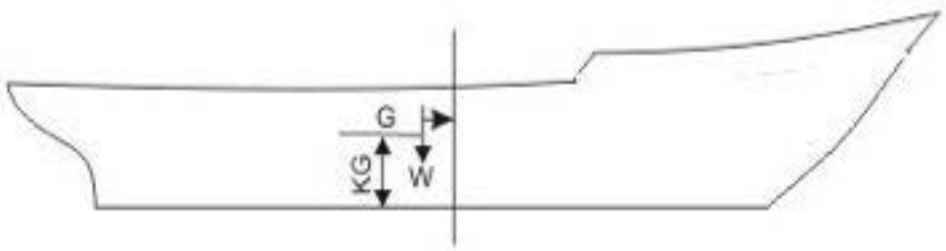
Setiap benda mempunyai titik berat. Titik berat ini adalah titik tangkap dari sebuah gaya berat. Dari sebuah segitiga seperti gambar 7.1 ,titik beratnya adalah perpotongan antara garis berat segitiga tersebut. Demikian pula dari sebuah kubus yang homogen pada gambar 7.2 titik berat kubus adalah titik potong antara diagonal ruang kubus.





Gambar 6.1 Titik berat segitigaGambar 7.2 Titik berat kubus

Kapal juga mempunyai titik berat yaitu titik tangkap gaya berat dari kapal. Titik berat kapal biasanya ditulis dengan huruf G dan titik G ini merupakan gaya berat kapal W bekerja vertikal kebawah. Jarak Vertikal titik berat G terhadap keel (Lunas) ditulis dengan KG. Kedudukan memanjang dari titik berat G terhadap penampang tengah kapal (Midship) ditulis G. Disamping Cara tertentu untuk menghitung letak titik G, Maka titik KG dan B dapat dihitung sebagai berikut :

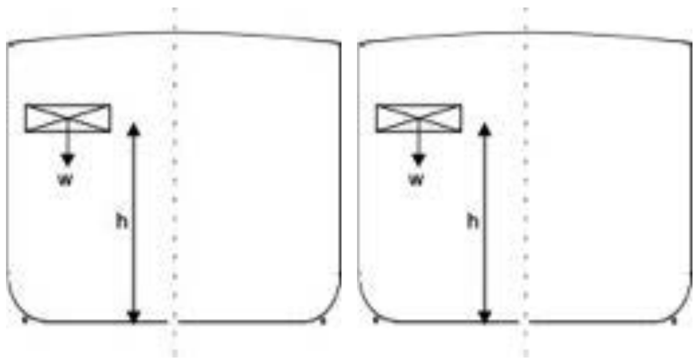


Gambar 6.2 ***Titik tangkap gaya berat kapal***

G = Titik berat kapal

W = Gaya berat kapal

KG =∑ *momen dari tiap −tiapkomponen berat terhadapkeel* ∑ *berattiap −tiapkomponen*



Gambar 6.3 Momen komponen kapal terhadap keel

Keterangan :

W = Berat komponen

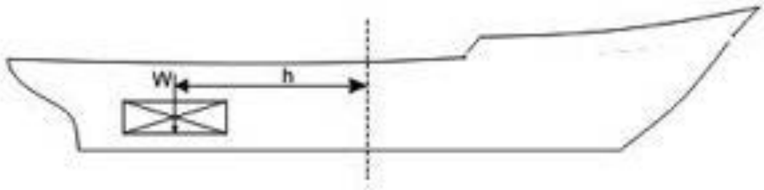
h = Jarak vertical titik berat komponen ke lunas (Keel)

W.h = Momen

$$KG = \frac{\sum W.h}{\sum W}$$

$$KG = \frac{\sum \text{momen daritiap –tiapkomponen berat terhadapkeel}}{\sum \text{berat tiap −tiapkomponen}}$$





Gambar 6.4 ***Momen komponen kapal terhadap midship***

Keterangan :

W = Berat komponen

h = Jarak horisontal titik berat komponen ketengah kapal (Midship)

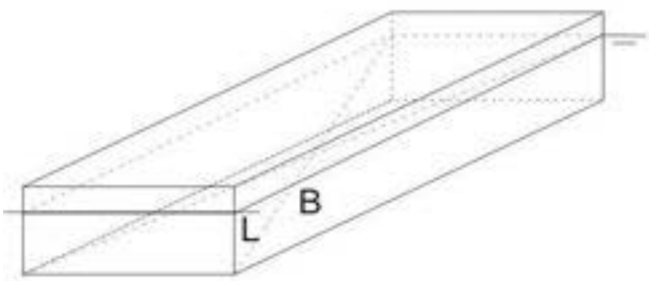
W.h = Momen

$$G = \frac{\sum W.h}{\sum W}$$

Jadi titik berat G sangat tergantung pada konstruksi kapal itu sendiri. Letak titik G tetap selama tidak ada penambahan, pengurangan atau pergeseran muatan.

B. Titik Tekan (Centre of Buoyancy)

Pada sebuah benda yang terapung diair,maka benda tersebut akan mengalami gaya tekan keatas. Demikian pada sebuah kapal yang terapung akan mengalami gaya tekan keatas. Resultan gaya tekan keatas oleh air ke badan kapal pada bagian yang terendam air akan melaui titik berat dari bagian kapal yang masuk kedalam air. Titik berat dari bagian kapal yang berada dibawah permukaan air disebut Titik tekan (Centre of Buoyancy). Untuk sebuah ponton seperti pada gambar 7.6 , titik tekan ponton adalah titik berat bagian yang tecelup kedalam air yang merupakan perpotongan diagonal dari bagian ponton yang tercelup.



Gambar 6.5 ***Garis vertical dari titik tekan dan titik berat***

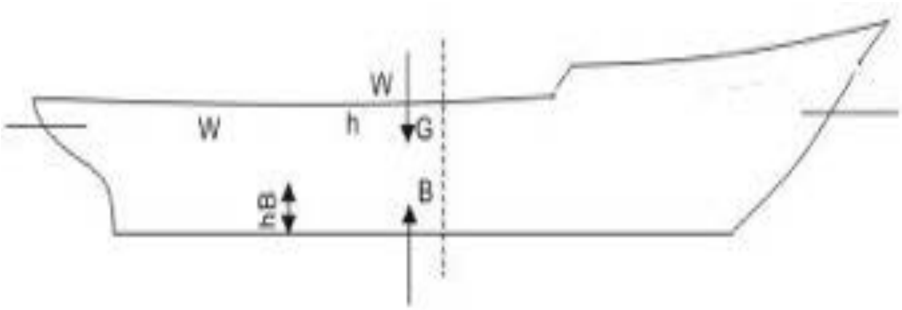
Titik tekan ditulis dengan huruf B, titik tekan pada kedudukan vertical ditulis dengan KB dan pada kedudukan memanjang terhadap midship ditulis dengan ΦB atau LCB.

Menurut hukum Archimedes besarnya gaya tekan keatas adalah volume kapal yang terendam air dikalikan dengan berat jenis zat cair. Gaya tekan keatas = $\gamma \cdot V$

γ = Berat jenis zat cair

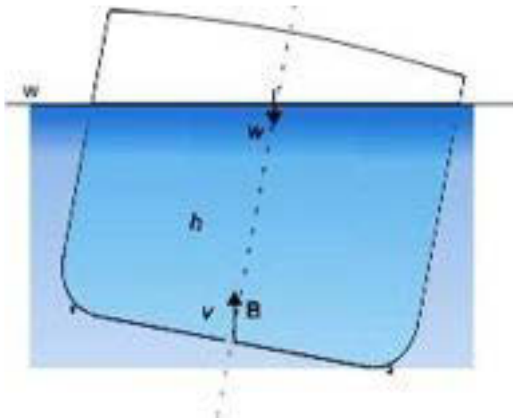
V = Volume kapal yang terendam air

Pada sebuah kapal yang terapung, titik tekan terletak pada satu vertical dengan titik berat kapal dan besar gaya berat kapal sama dengan gaya tekan .

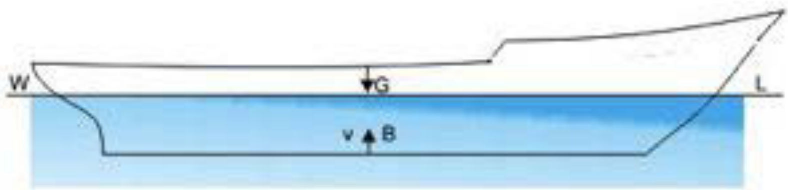


Gambar 6.6 ***Garis vertical dari titik tekan dan titik berat***

Karena letak titik tekan tergantung dari bentuk bagian kapal yang masuk kedalam air, maka titik tekan kapal akan berubah letaknya kalau kapal oleh gaya luar mengalami oleng atau trim.



γV = Gaya tekan keatas (ton) Bθ =Titiktekan setelah kapal trim



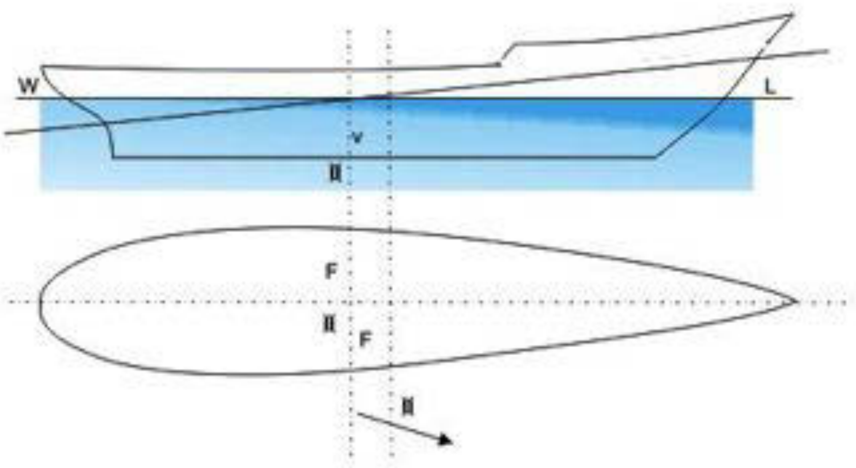


C. Titik Berat Garis Air (Center of Floatation)

Titik berat garis air adalah titik berat dari bidang garis air pada sarat kapal dimana kapal sedang terapung. Kapal mengalami trim dimana sumbunya melalui titik berat garis air . Titik berat garis air ditulis dengan huruf F ini pada kedudukan memanjang terhadap penampang tengah kapal (midship) ditulis dengan Φ F.

Φ F = *momen statis bidang garisairterhadapmidship. Luas*

garisair



Gambar 6.11 ***F adalah titik berat garis air.***

Dari gambar7.12 momen inersia melintang adalah momen inersia terhadap sumbu x.

Harga I dalam m^4 sedang V dalam m^3 jadi satuan untuk BM adalah meter.

Karena I dan V selalu positip, maka harga BM juga selalu positip, atau dengan perkataan lain letak titik M selalu diatas titik tekan B. Untuk sebuah ponton yang terbentuk kotak dengan panjang L, lebar B dan sarat T.

$$V = L \times B \times T.$$

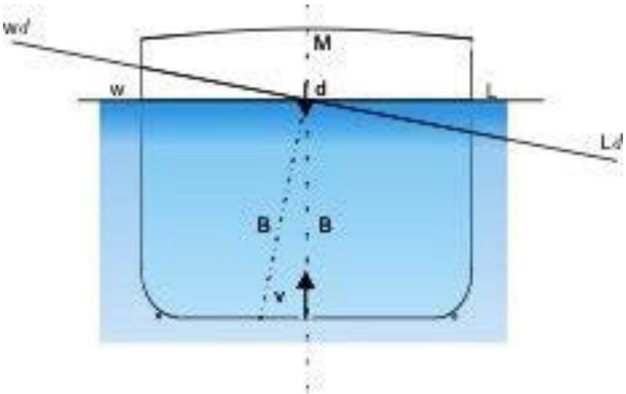
Momen inersia melintang untuk garis air berbentuk empat persegi panjang adalah :

$$I = \frac{1}{12} L \cdot B^3.$$

BM = $\frac{1}{12}$ *L.B*3.

LBT.

BM = $\frac{B2}{12\ T}$



Gambar 6.12 ***Momen Inersia melintang.***

Jari – jari metasentra memanjang adalah jarak antara titik tekan B pada kedudukan kapal tegak dengan metasentra memanjang ML.
Jari – jari metasentra memanjang ditulis BML.

***BM_L* =** *<u>Momen Inersia memanjang dari garis air. </u>Volume kapal sampai garis air tersebut*.

***BM_L* =** $_{\nabla}I\ ^{L}$,dimana

BM_L = jari-jari metasentra memanjang
I_L = Momen Inersia memanjang, yaitu momen inersia yang bekerja pada sumbu yang melalui titik berat luas bidang garis air (F)
∇ = Volume kapal



Dari gambar diatas, momen Inersia memanjang $I_L$adalah momen Inersia terhadap sumbu trim yang melalui titik berat luas bidang garis air, pada tengah kapal (midship). Setelah itu menghitung momen Inersia memanjang terhadap sumbu melintang yang melalui titik berat bidang garis air yaitu momen Inersia terhadap midship dikurangi hasil perkalian antara jarak kwadrat kedua sumbu dengan luas bidang garis air.

$$I_L = Ly - (\Phi F)^2 . A.$$

Dimana : I_L = Momen inersia memanjang terhadap sumbu melintang yang melalui titik berat bidang garis air (F).

Ly = Momen inersia terhadap midship (sumbu y).

Φ F = Jarak sumbu.

A = Luas bidang garis air.

BM dalam meter, dan titik ML selalu diatas B.

Jadi dapat disimpulkan bahwa tinggi metasentra melintang (M) terhadap B (Center of Buoyancy) adalah = $\frac{I}{\nabla}$atau tinggi metasentra memanjang terhadap B (Center of Buoyancy) adalah $\frac{I_L}{\nabla}$. Dengan demikian tinggi metasentra melintang maupun tinggi metasentra memanjang terhadap lunas kapal (keel) dapat dihitung yaitu :

KM = KB + BM dan

KM_L = KB + BM_L, dimana

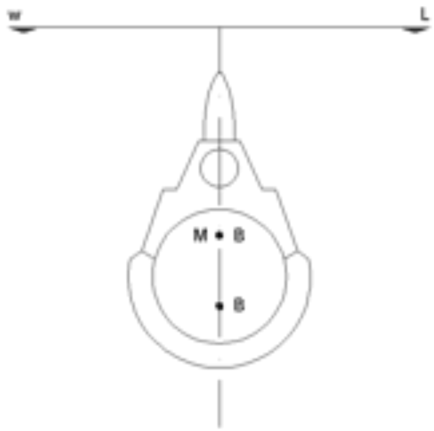
KB = tinggi center of buoyancy terhadap lunas

Dengan mengetahui tinggi KM dan KM_L, apabila harga KG atau tinggi titik berat kapal dari lunas (keel) diketahui, maka kita dapat menghitung harga atau tinggi metasentra melintang maupun tinggi metasentra memanjangnya yaitu :

MG = KM – KG atau
= KB + BM – KG

M_LG = KM_L – KG atau
= KB + BM_L – KG

Di dunia perkapalan yang perlu mendapat perhatian adalah harga MG yaitu harga MG harus positif, dimana M harus terletak di atas G atau KM harus lebih besar dari KG.



Gambar 6.13 ***Benda yang melayang.***

Untuk benda yang melayang di dalam air seperti terlihat gambar 7.14, maka garis air benda tidak ada. Jadi harga I dan IL adalah 0 sehingga dengan demikian BM dan BML adalah nol. Untuk ponton dengan bentuk garis air, maka I memanjang.adalah

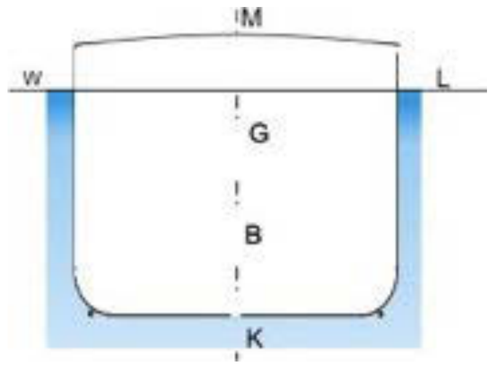
$$IL = \frac{1}{12} L^3 B.$$

$$BM_L = \frac{\frac{1}{12} L^3 B.}{LBT.}$$

$$BM_L = \frac{L2}{12\,T}$$

D. Tinggi Metasentra (Metacentric Height).

Kita mengenal tinggi metasentra melintang dan tinggi metasentra memanjang. Tinggi metasentra melintang adalah jarak antara titik berat kapal G dengan metasentra M. Tinggi metasentra ini ditulis dengan MG.



$$\mathbf{MG = KB + BM - KG.}$$

$$\mathbf{= KB + \frac{\mathit{I}}{\mathit{V}} - KG.}$$

KB = Tinggi titik tekan diatas lunas (keel)

KG = Tinggi titik berat kapal diatas lunas (keel).

I = Momen inersia melintang garis air.

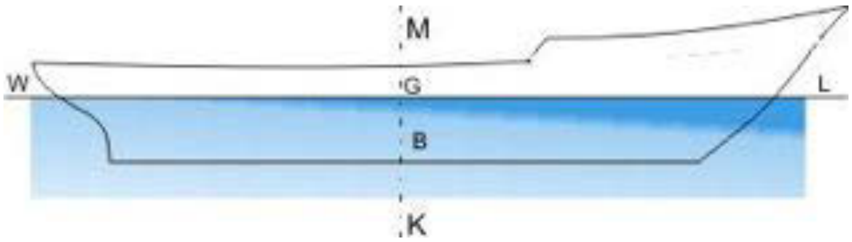
V = Volume kapal samapai sarat air tersebut.

Tinggi metasentra positip kalau titik M diatas titik G.

Tinggi metasentra negatip kalau titik M dibawah titik G.

Tinggi metasentra nol kalau titik M terletak berimpit dengan titik G. Tinggi metasentra memanjang adalah jarak antara titik berat kapal G dengan titik metasentra memanjang M_L.





Gambar 6.15 ***Tinggi metasentra.***

M_L = Metasentra memanjang.

G = Titik berat kapal

B = Titik tekan.

K = Keel.

Terlihat bahwa :

$M_LG = KM_L - KG$ atau

$= KB + BM_L - KG$

$$= KB + \frac{I_L}{V} - KG$$

KB = Tinggi titik tekan diatas lunas (keel)

KG = Tinggi titik berat kapal diatas lunas (keel)

I_L = Momen inersia dari garis terhadap sumbu melintang yang melalui titik berat garis air F

V = Volume kapal sampai garis air

Karena harga I_L besar, maka harga M_LG selalu positip jadi titik ML selalu berada diatas G.



1. Menghitung KG

   Sebuah kapal mempunyai berat dan letak titik berat bagian terhadap lunas (keel) sebagai berikut :

Tabel 5.1 berat kapal

Nama bagian	Berat	KG (Cm)
Kapal kosong	1440	362
Muatan	1870	392 67
Bahan bakar minyak	175 90	282
Air,anak buah, kapal, perbekalan		

Nama bagian	Berat (Ton)	KG (Cm)	Momen (ton)
Kapal kosong	1440	3,62	5212,8
Muatan	1870	3,92	7330,4
Bahan bakar minyak	175	6,7	117,25
Air, anak buah kapal, perbekalan	90	2,82	253,8
	3575		**12914,2**

Maka harga KG dari seluruh kapal

$$KG = \frac{\sum W.h}{\sum W}$$

$$= \frac{12914,25}{3575} = 3,61 \text{ m}$$



2. Menghitung BM dan BM_L dari Ponton

Sebuah ponton yang berbentuk kotak dengan L = 9 m, B = 6 m , dan sarat T = 2 m

Hitung : a. Jari-jari metasentra melintang BM

b. Jari-jari metasentra memanjang BM_L

Maka harga :

$$BM = \frac{B^2}{12T} = \frac{36}{12.2} = 1,5 \text{ meter}$$

$$BM_L = \frac{L^2}{12T} = \frac{81}{24} = 3,375 \text{ meter}$$

3. Menghitung BM

Diketahui : Ordinat sebuah garis air dari sebuah perahu mempunyai ukuran sebagai berikut :

No Station	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
½ lebar (cm)	0	20	50	70	100	120	110	90	60	25	0

Jarak setiap station adalah 90 cm dan volume perahu sampai garis air itu adalah 10,5 m^3. Hitung :

a. Jari – jari metasentra melintang BM.

b. Momen inersia melintang luas bidang garis air



Tabel 5.2 ordinat

Nomer Station	Ordinat	Ordinat (I)³	II (Faktor luas)	I³ x II Hasil
0	5	125	1	125
1	20	8000	4	32000
2	50	125000	`2	250000
3	70	343000	4	1372000
4	100	1000000	2	2000000
5	120	1728000	4	6912000
6	110	1331000	2	2662000
7	90	729000	4	2916000
8	60	216000	2	432000
9	25	15625	4	62500
10	0	0	1	0
JUMLA H				∑=1663862

Maka harga Momen Inersia Melintang (I) dan Jari-jari metasentra melintang (BM)

$I = 2 \times \frac{1}{3} \times k \times h \times \sum$

$= 2 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{3} \times 90 \times 16638625 = 332772500 \text{ cm}^4$

$BM = \frac{I}{V} = \frac{332772500}{10500000} = 31.7 \text{ cm}$



6.1.3. Rangkuman

Titik Tekan (Centre of Buoyancy)

Pada sebuah benda yang terapung diair,maka benda tersebut akan mengalami gaya tekan keatas. Demikian pada sebuah kapal yang terapung akan mengalami gaya tekan keatas

Menurut hukum Archimedes besarnya gaya tekan keatas adalah volume kapal yang terendam air dikalikan dengan berat jenis zat cair. Gaya tekan keatas = $\gamma \cdot V$

γ = Berat jenis zat cair

V = Volume kapal yang terendam air

Titik Berat Garis Air (Center of Floatation)

Titik berat garis air adalah titik berat dari bidang garis air pada sarat kapal dimana kapal sedang terapung. Kapal mengalami trim dimana sumbunya melalui titik berat garis air . Titik berat garis air ditulis dengan huruf F ini pada kedudukan memanjang terhadap penampang tengah kapal (midship) ditulis dengan Φ F.

6.1.4. Tugas

Buatlah rangkuman terkait dengan metasentra dan titik kesetimbangan!

6.1.5. Tes Formatif

1. Apa yang dimaksud dengan titik berat garis air?
2. Apa yang dimaksud dengan Centre of Buoyancy?
3. Apa yang dimaksud dengan Metacentric Height?



6.1.6. Lembar Jawaban Tes Formatif

1. titik berat dari bidang garis air pada sarat kapal dimana kapal sedang terapung. Kapal mengalami trim dimana sumbunya melalui titik berat garis air. Titik berat garis air ditulis dengan huruf F ini pada kedudukan memanjang terhadap penampang tengah kapal (midship) ditulis dengan Φ F.
2. Pada sebuah benda yang terapung diair,maka benda tersebut akan mengalami gaya tekan keatas. Demikian pada sebuah kapal yang terapung akan mengalami gaya tekan keatas
3. Tinggi metasentra melintang adalah jarak antara titik berat kapal G dengan metasentra M. Tinggi metasentra ini ditulis dengan MG.

6.1.7. Lembar Kerja siswa

Mengamati metasentra dan titik kesetimbangan dalam gambar kapal!



Daftar Pustaka

http://fenasaditya.community.undip.ac.id/2010/07/30/mengukur-kecepatan-kapal/

http://id.wikipedia.org/wiki/Kapal

http://kapitanmadina.wordpress.com/2011/09/07/cara-menghitung-kecepatan-kapal-dan-jarak-di-laut-ilmu-pelayaran-datar/

http://rumah12.blogspot.com/2013/01/ukuran-kuantitatif-kapal.html

Moch. Sofi"I, 2008, ***Teknik konstruksi kapal baja,*** Direktorat PSMK.

Nguman Hs dkk, 2004, ***Identifikasi ukuran kapal***, Dikdasmen.

Tim kurikulum SMK perkapalan, 2003, ***Mengenal jenis-jenis kapal***, Departemen pendidikan nasional.

Diunduh dari BSE.Mahoni.com